N° 2 1942

Revue générale des Sciences pures et appliquées

Fondateur : L. OLIVIER (1890-1920).

Directeurs : J.-P. LANGLOIS (1910-1923), L. MANGIN (1924-1937), R. ANTHONY (1937-1941).

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. le Dr Gaston DOIN, 8, Place de l'Odéon, Paris (VIe)

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

Un maître de la Chimie Colloïdale Giovanni Malfitano (1872-1941)

Aux premiers jours du printemps dernier, après quelques semaines d'une douloureuse maladie, s'éteignait l'un des plus anciens et des plus éminents Pasteuriens, Giovanni Malfitano.

Né à Syracuse en 1872, Malfitano prit ses grades aux Universités de Syracuse, puis de Palerme. Après de courtes années d'activité industrielle et scientifique en Italie, il vint se fixer à Paris, en 1899. Accueilli par Emile Duclaux à l'Institut Pasteur, il mit au service de la recherche scientifique désintéressée d'inestimables qualités intellectuelles et morales, soutenues par un tempérament d'apôtre. Il ne s'éloigna de l'Institut Pasteur qu'aux jours de la Grande Guerre, pour s'engager dans la Légion Garibaldienne. Quelques années après son retour, il perdit progressivement la vision de ses horizons familiers; la cécité totale qui le frappa, voici une dizaine d'années, n'affecta ni son moral, ni son activité; après avoir été le théâtre d'expérimentations fructueuses, son laboratoire demeura le sanctuaire de ses méditations. Et c'est à l'ombre des mêmes murs qui avaient abrité pendant plus de quarante années son activité exceptionnelle de savant et de penseur, étendu sur le lit de l'hôpital Pasteur où il lutta contre la mort jusqu'au 6 avril 1941, qu'il dictait, quelques heures encore avant l'instant fatal, les ultimes pages de son dernier travail.

Malfitano avait une foi raisonnée et passionnée en la Science; foi d'une qualité rare, qui le maintint tendu, chaque minute de sa vie, vers une Vérité qui lui apparaissait toujours plus dépouillée, plus lumineusement évidente, promouvant ses raisonnements d'une subtile rigueur à la lumière d'intuitions souvent prophétiques. Et, parce que ses racines plongeaient au cœur d'une dialectique unitaire de la Connaissance, cette foi, qui avait fait du jeune Malfitano un fervent défenseur de la théorie atomique contre les excès de l'énergétisme, resta inébranlable et puisa dans les découvertes de l'atomistique moderne et les développements récents de la métamathématique une vigueur et une fermeté nouvelles, là même où tant de grands esprits n'avaient trouvé que motifs de doute ou de reniement.

Après quelques années de recherches bactériologiques, Malfitano porta ses regards vers un domaine à peine exploré, où se rencontraient, avec d'inexplicables ressemblances, certains composés chimiques minéraux de dimensions inaccoutumées, paraissant échapper aux lois de la stoechiométrie, et des produits issus de la matière vivante, des règnes végétal et animal; le nom générique de colloïdes leur était déjà affecté, bien avant qu'on en ait entrevu une définition. Malfitano n'hésita pas à reconnaître là le pont qu'il fallait franchir pour mettre avec quelque chance de succès les résultats de la chimie au service de la biologie. La voie était tracée, dont il ne s'écarta plus.

Les premières notes de Malfitano aux Comptes Rendus de l'Académie des Sciences remontent à 1904. Elles apportent déjà à la Chimie colloïdale une terminologie précise, une doctrine fondamentale et une technique essentielle. Comme terminologie, Malfitano emprunte à Naegeli le nom de « micelles » pour différencier les colloïdes caractéristiques

des systèmes dispersés que sont les émulsions et les suspensions. La doctrine qu'il développe, au cours d'une fructueuse polémique avec Jacques Duclaux, est celle de la micelle considérée comme un ion volumineux, composé de molécules neutres liées à l'un des ions d'un électrolyte, et compensé par l'ion de signe contraire; c'est l'origine de la théorie électrochimique des colloïdes, qui s'imposa peu à peu, sans que le nom de son auteur y reste toujours associé. Quant à la technique, c'est l'application des propriétés de la paroi semi-perméable de collodion qui lui permit, en procédant aux séparations par dialyse et ultrafiltration, d'appliquer avec efficacité les ressources de la physico-chimie d'alors à l'étude des solutions colloïdales. C'est cette prise de possession magistrale d'un sujet aussi neuf et aussi difficile que J. Duclaux évoque à deux reprises : dans la première édition de son livre « Les Colloïdes » (1920), en citant Malfitano au palmarès des meilleurs artisans de la théorie des colloïdes, et dans la préface qu'il rédigea pour la dernière publication d'ensemble de Malfitano sur les composés micellaires.

Pour ses premières recherches, Malfitano choisit comme colloïdes exemplaires les micelles hydro-oxy-chloro-ferriques, dont il suivit pas à pas les étapes de la formation, par hydrolyse ménagée des solutions aqueuses de chlorure ferrique. Ces travaux, résumés pour les lecteurs de la *Revue Générale des Sciences* (1), et condensés plus tard en un important mémoire au *Journal de Chimie-Physique* (2), le conduisirent à préciser la structure qu'il convenait d'attribuer aux composés micellaires pour rendre compte de l'ensemble de leur comportement typique. Leurs résultats, reportés sur l'étude de l'amidon (3), (4), lui permirent de mettre en lumière les caractères de « colloïdité » communs à des composés de nature et d'origine aussi différentes : ils furent étendus par la suite aux micelles hydro-chloro-auriques, d'une part, et, d'autre part, aux micelles d'albumine et aux micelles biologiques (5).

Assise sur ces bases expérimentales, la doctrine qui avait guidé les pas du chercheur s'universalisa en une théorie apppelée à de prestigieux développements. Le colloïde vrai, identifié au composé micellaire, nous est représenté comme une unité ionopolaire, constituée decom plexes de complexes au sens wernérien, et dont la structure peut être graphiquement schématisée, quelqu'en soit la complexité, en formules développées par une complication régulière de celles imaginées par Werner. Cette représentation, imposée par le mode d'agrégation et de désagrégation de la micelle selon des dimensions échelonnées en progression géométrique, fait échapper la matière colloïdale aux insuffisances des chimistes dits capillaires, et aux simplifications abusives de ceux qui ne veulent y voir que simples macromolécules. La théorie de Malfitano assigne au composé micellaire son rang dans la hiérarchie des unités matérielles qui, partant de l'atome, — et de plus loin encore, si l'on remonte aux ultimes constituants, — progresse par complexité croissante aux échelons successifs de la molécule, de la plurimolécule (complexe wernérien et polymère), puis de la micelle chimique (complexes de complexes pouvant contenir des polymères de polymères), pour aboutir, avec la micelle biologique, au seuil de la matière vivante. Cette théorie a fait l'objet d'un exposé complet, en nom commun avec M. Catoire (6), et a été également résumée dans les colonnes de cette Revue (7).

Privé, avec la vue, du recours à l'expérimentation directe, Malfitano ne cessa de rechercher dans l'ensemble des travaux publiés sur la chimie colloïdale les preuves en faveur de la généralité de sa théorie; apports d'autant plus précieux qu'ils résultent de recherches entreprises selon des points de vue différents et même opposés. S'astreignant, avec M. Catoire, à une étude critique de la bibliographie qui ne laissait rien dans l'ombre, et dont bénéficièrent les lecteurs du *Journal de Physique* et du *Bulletin de la Société Chimique de France*, il entreprit la rédaction d'une Introduction à la Chimie Micellaire; la première partie, déjà parue, a trait aux composés micellaires minéraux et minéralogiques (8); la seconde, dont l'achèvement épuisa ses dernières forces, traite des composés micellaires organiques et biologiques; sa prochaine publication, assurée par les soins de l'Institut Pasteur, fera, ici même, l'objet d'un compte rendu. De ces pages, la théorie de la Complexité micellaire se dégage dans toute sa grandeur, coordonnant un ensemble impressionnant de faits et suggérant un programme cohérent de recherches expérimentales.

L'œuvre scientifique de Malfitano, par la clarté dont elle illumine un domaine de la Chimie encore obscurci de contradictions qu'elle dénoue, par l'ordre qu'elle établit dans nos connaissances sur la structure des unités matérielles dont elle nous révèle l'unité fondamentale, mérite mieux que d'être connue et poursuivie; dès à présent une place de choix lui devrait être réservée dans l'enseignement de la Chimie Générale.

Elle n'est d'ailleurs que le reflet, sur le plan des

1. *Rev. Gen. Sc.*, 15 août 1908.
2. Malfitano et Sigaud. Complexité et Micelles. *J. Ch.-Phys.*, t. XXIV, p. 103 (1927). Ce mémoire comporte une bibliographie complète des travaux antérieurs de l'auteur.
3. *B. S. Ch.*, t. XXXVII, p. 1014 (1925).
4. *Kolloid-Zeitschrift*, t XXXXVI, p. 1 (1928).
5. Malfitano et Catoire. Les Grandeurs des Unités Micellaires. Actualités Scientifiques. Paris, Hermann, 1934.
6. Malfitano et Catoire. Les Composés Micellaires selon la notion de Complexité croissante. Actualités Scientifiques. Paris, Hermann, 1934.
7. Malfitano et Honnelaître. La Chimie Colloïdale sous son aspect le plus cohérent. *Rev. Gén. Sc.*, 15-31 août 1935.
8. Malfitano, Catoire et Honnelaître. Introduction à la Chimie Micellaire. Les Composés Minéraux et Minéralogiques. Paris, Hermann, 1937. Compte-rendu dans *Rev. Gén. Sc.*, 30 avril 1937.
9. Suggestions pour une théorie unitaire de la lumière et de la matière. *Rev. Gén. Sc.*, 15 février 1938.

activités familières, d'une pensée accoutumée à embrasser l'Universel. Malfitano laisse derrière lui une œuvre philosophique d'une exceptionnelle richesse, dont seuls de courts aperçus ont été publiés (10), (11). Son « Orthologie », néologisme plein de sens dont il couronna l'œuvre maîtresse de sa vie, est développée dans des manuscrits demeurés inédits. Mais, pour n'avoir trouvé que rarement l'audience des philosophes professionnels (12), (13), (14), il n'en reste pas moins que cette théorie dialectique de la Connaissance, par delà un cartésianisme généralisé, un kantisme épuré, un hégélianisme rénové, dont elle réalise une harmonieuse synthèse, découle en filiation directe des grands courants de pensée qui fécondèrent les âges anciens de l'humanité.

Seule une modestie irréductible, soutenue par une aversion constante envers tous les conformismes, interdit à Malfitano de prendre rang de grand chef d'Ecole. Sa vie s'écoula en un don perpétuel de lui-même : dons du cœur, en faveur d'amitiés pleines de charmes, dans leur noble et active simplicité ; sacrifice joyeux aux impératifs inéluctables de l'esprit. Même lorsqu'enseignant au cercle de ses amis, cherchant à émouvoir un indifférent, à convaincre un rebelle, il lâchait toutes brides à la fougue de sa pensée, sa personnalité entière était portée par son verbe, et sa propre personne, tiers délibérément et systématiquement exclu, s'effaçait pour laisser l'interlocuteur affronter ses évidences.

L'œuvre de Malfitano inspirera tôt ou tard des continuateurs dignes d'elle. Dussent-ils l'affronter en contradicteurs, s'ils le font d'inspiration aussi claire et de foi aussi pure, ils contribueront à assurer au vieux Maître qui nous a quitté la part d'immortalité qui lui revient dans le patrimoine spirituel de l'humanité.

A. Honnelaitre.

La structure intime de la matière au moyen âge

d'après les œuvres d'Arnaud de Villeneuve Illustre médecin et chimiste (1235-1313).

Encore qu'elle ne le précise généralement pas, la science du moyen âge est profondément imprégnée de la doctrine atomistique d'Anaxagore et de Démocrite qui, depuis les VIe et Ve siècles avant J.-C., et plus ou moins proclamée suivant les époques et les écoles, s'est transmise constamment dans l'esprit des chimistes et des naturalistes. Tout corps, toute chose, pour parler de façon plus générale et plus exacte, est constituée par un rassemblement d'atomes, — le mot atome étant pris dans son sens de particules extrêmement petites, infra-sensibles, et correspondant à la fois à nos molécules, à nos atomes et à nos fragments d'atomes.

Les atomes forment les éléments et les éléments forment les corps.

Les éléments sont au nombre de quatre :

Le *Feu*, l'*Air*, l'*Eau* et la *Terre*.

Dans l'antiquité la science officielle admettait que le feu était vraiment du feu, l'air de l'air, l'eau de l'eau et la terre de la terre; les mots sont pris dans leur sens littéral, sensible.

Le Timée enseigne que le corpuscule de feu est irréductible et insécable, le corpuscule d'air formé de deux de feu, celui d'eau de deux d'air et d'un de feu; la terre n'est pas réductible aux autres éléments; elle peut être disloquée par eux, mais ne peut être reconstituée que par la réagglutination des parcelles de ses propres atomes. Par des considérations sur la mobilité et la petitesse théorique des différents éléments, le Timée affirme aussi que l'atome de terre est un cube, celui de l'eau un icosaèdre, celui de l'air un octaèdre et celui du feu un tétraèdre ou pyramide. « Quelle que soit leur espèce, toutes ces figures sont si petites qu'aucune d'elles ne peut, à cause de cette petitesse, être perçue de nous lorsqu'elle est isolée. Lorsqu'elles se groupent les masses qu'elles forment tombent au contraire sous nos sens ».

Qu'il soit infiniment petit par isolement d'une seule de ces particules ou gros par coalescence de très nombreuses particules, un élément est toujours matériel : c'est un corps (soma) : il en est de même pour le feu et l'air que pour l'eau et la terre.

Après que les éléments eurent été distingués les uns des autres [1], ils s'ordonnèrent suivant leur pe-

10. Malfitano et Honnelaître. La notion de Complexité comme principe de méthodologie scientifique *Scientia*, 1934, p. 121.

11. G. Aporéma (Malfitano) : Projet d'Epistémologie Orthologique. *Rev. Gén. Sc.*, 31 août 1935, 15 février, 15 juillet et 31 décembre 1936.

12. Le principe d'ordre comme nombre, rythme, symétrie. Actes du Congrès de Philosophie Scientifique. Paris, Hermann, 1936, VII, p. I.

13. La méthode de simplification complexive et l'unité des Sciences. Travaux du IXe Congrès de Philosophie. Paris, Hermann, 1937, IV, p. 159

14. L'Unité de l'expérience scientifique. *Erkenntnis*, t. VII, p. 341.

1. « A l'origine la matière du monde était d'eau et de feu en même temps qu'imprégnée des éléments de la terre et de l'air; c'était évidemment un absolu chaos. En proie à des forces multiformes et anarchiques, elle n'avait pas le moindre équilibre, elle était ballottée en tous sens : agitée par les forces internes elle leur restituait leur énergie en ébranlements nouveaux. Lorsque des particules sont ainsi projetées de côté et d'autre, elles finissent par se trier. Quand du blé est secoué et roulé dans un crible, les grains les plus gros et les plus lourds se séparent des plus fins et des plus légers. De même le panier sans cesse en mouvement où les quatre éléments se trouvaient toujours secoués, a fini par séparer les uns des autres les dissemblables et par rassembler en un seul tas les semblables : chaque variété a pris une place différente. Ceci se passait déjà avant que le tout qu'ils allaient former se fut organisé. Antérieurement à la construction du monde les éléments allaient sans finalité ni règle; au début même que l'ensemble commença de s'organiser, le feu, l'eau, la terre et l'air avaient bien l'essence de leur nature particulière, mais restaient informes comme il est naturel alors que n'est pas intervenue la puissance divine ; c'est elle qui, ensuite, leur a donné leurs formes selon les modèles préconçus et la loi des nombres. Ainsi par la puis-

santeur. A la surface de notre terre, ils se mêlent plus ou moins pour former des corps impurs. Il n'en reste pas moins qu'il existe un feu pur, un air pur, une eau pure et une terre pure.

Pour Arnaud de Villeneuve et les savants de son époque, les quatre éléments sont toujours matériels (le mot matériel s'oppose à divin) mais ils ne sont plus des corps. Le feu n'est ni la flamme, ni la chaleur, ni la lumière vulgaires; l'air n'est pas l'air que nous respirons; l'eau n'est pas notre liquide; ni la terre notre terre. Les intellectuels n'ont que mépris pour ceux qui conservent des éléments une notion si grossière.

Si l'on étudie avec soin les textes on se convainc facilement que :

le feu est l'élément RADIANT,
l'air est l'élément GAZEUX,
l'eau est l'élément LIQUIDE,
la terre est l'élément SOLIDE.

Le mot élément que nous employons comme l'ont fait les auteurs du XIIIe siècle, n'exprime plus, exactement, dans notre langage moderne, l'idée de nos devanciers.

Le traité « Flos Florum » commence ainsi : « *In omni re, quae sub coelo est creata, sunt quator elementa, non per visum, sed per virtutem* ». Les éléments ne sont pas des entités tangibles et visibles, si abondant que soit leur amoncellement. Ce sont des entités de puissance (non pas *en* puissance, mais *de* puissance). Deux siècles plus tard on commencera d'abandonner le mot élément pour dire des « essences ».

Chacun des principes ou éléments est autonome, strictement personnel; il est *irréductible* aux autres.

Aucun élément ne peut, quelle que soit sa quantité, former à lui seul une part de matière, un corps; il ne peut pas même former un atome. Même impuissance de deux éléments; même impuissance même de trois. *Tout corps, toute parcelle matérielle, jusqu'au plus infime atome, est toujours formé des quatre éléments.* La participation des quatre est obligée pour que la matière prenne aspect de matière, devienne sensible.

Ainsi un corps, un atome, est fait à la fois de feu, d'air, d'eau et de terre, c'est-à-dire qu'il unit du radiant, du gazeux, du liquide et du solide. Cette notion est capitale : « Les quatre éléments existent dans toutes les choses (res) ».

---

sance divine l'infait est devenu un achevé suprêmement parfait (beau et bon)... Le feu, la terre, l'eau et l'air sont sans conteste des éléments matériels (σώματά). Or tout corps matériel possède un volume ; tout volume est contenu dans une surface ; et toute surface peut être ramenée à une figure limitée de lignes droites et composée de triangles... » Platon, Timée 52 d à 57. — Nous n'avons pas une admiration exagérée pour le sophiste qui enchasse toutes les connaissances de son temps dans la théorie des idées, c'est-à-dire des prototypes. Mais Platon n'était certainement ni un imbécile ni un dément. Aussi nous sommes-nous reportés au texte grec et proposons-nous la traduction ci-dessus pour remplacer celles que nous avons lues.

Non seulement les solides les plus denses et les liquides les plus homogènes contiennent de l'air et du feu, mais aussi les gaz contiennent du liquide et du solide, et la flamme, le feu vulgaire, sont en partie faits de gaz, de liquide et de solide.

Mais si tout atome, tout corps, *toute chose* (pour employer le terme d'une généralité totale qu'écrit Arnaud de Villeneuve), est fait des quatre éléments, chaque atome, corps, chose, qui se distingue si peu qu'il soit des autres atomes, corps, choses, *n'est pas fait des mêmes proportions* des éléments dont ces autres choses sont faites. Les quantités d'éléments sont variables suivant les corps. *Des atomes de même petitesse diffèrent entre eux par leur teneur différente en chacun des quatre éléments, et ne diffèrent que par cela.*

Parfaitement équilibré est le corps qui contient des quantités égales de chaque élément. L'infinité des autres corps ont des éléments inégaux. Les possibilités sont innombrables. Toutefois les éléments de qualités contraires ne peuvent prédominer ensemble dans un même corps.

Plutôt qu'une longue explication, un schéma fera saisir les faits.

Traçons deux droites qui se coupent perpendiculairement. Des quatre angles ainsi formés limitent des aires que nous attribuerons au feu, à l'air, à l'eau et à la terre. Promenons sur cette figure la

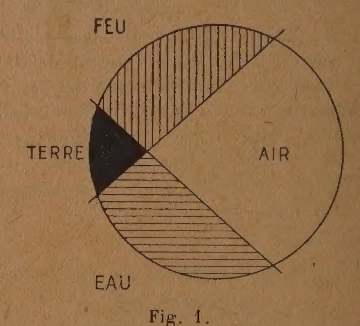


Fig. 1.

circonférence d'un cercle qui comprend forcément dans son aire le point d'intersection des deux droites. Si cette circonférence nous représente les limites d'un atome, son contenu montre les proportions respectives des divers éléments. Pour le cas particulier de la superposition du centre de la circonférence au point d'intersection des droites, tous les éléments sont égaux. Pour une foule d'autres cas particuliers où la circonférence passe par le point d'intersection des droites, l'atome n'a que trois éléments, parfois même seulement deux. *L'infinité des autres possibilités, qui sont, en chaque cas, infiniment probables, fait des atomes de quatre éléments inégaux, dont un ou deux prédominent plus ou moins.*

Aux quatre éléments classiques, Arnauld de Villeneuve ajoute un cinquième principe, qu'il n'appelle

pas élément, qui ne sera pas appelé élément, mais qui sera plus tard assimilé aux éléments lorsque ceux-ci auront reçu le nom d'essences. Ce sera alors la cinquième essence, la quintessence.

Ce cinquième principe des corps est le *spiritus*, qu'on traduit par L'ESPRIT et qu'on pourrait aussi traduire par l'âme en donnant à ce mot un des sens qu'il eut autrefois.

On a dit qu'il venait d'être inventé à la fin du XIIIe siècle. « Le terme », écrit Marc Haven, « est dû à Arnaud de Villeneuve et l'acception nouvelle qu'il lui donne apparaît pour la première fois avec lui dans notre monde scientifique. L'idée d'ailleurs était originaire non pas des Arabes qui restèrent les fidèles disciples de la science grecque, ne connaissant que les quatre éléments, mais des livres et des enseignements hébraïques, des centres savants du Languedoc, de la Provence et de l'Espagne... Cet élément intermédiaire entre le deuxième et le troisième monde s'appelait en hébreu *Aôr*, que l'on peut traduire par *lueur*, ou *Ronach*, qui signifie *souffle* et *esprit*». Je crois au contraire que toute la culture grecque est imprégnée de l'idée d'un esprit voisin de celui qu'admet de Villeneuve et qu'il suffit de remonter cinq ou six siècles avant J.-C. pour trouver presque pure l'âme (psuché) du monde sous forme d'un esprit principe du mouvement (νοῦς ἀρχὴ τῆς κινήσεως). — Quoiqu'il en soit c'est Arnaud de Villeneuve qui a généralisé et précisé la notion d'esprit. Précision toute relative d'ailleurs, car nulle part, à notre connaissance, il n'en donne une définition. Il n'en parle même qu'à propos du monde, des êtres vivants et de la matière organisée, en somme des agglomérats architecturés d'atomes; et non à propos des atomes eux-mêmes. Mais cette abstention s'explique très bien par ce fait qu'il sous-entend les atomes sans s'en occuper nommément; et il découle de ses conceptions que l'esprit imprègne tout, du plus grand au plus petit, du plus complexe au plus simple.

Qu'est-ce donc que l'esprit élémentaire, la quintessence des siècles ultérieurs? D'abord ce n'est pas quelque chose de spirituel (au sens spiritualiste du mot), c'est-à-dire quelque chose qui tienne à l'âme et soit un rayonnement de Dieu, quelque chose de divin. Il ne saurait trop être répété que le très croyant Arnaud de Villeneuve sépare complètement le divin du matériel et que, s'il parle de science, il ne s'occupe que du matériel. Tout comme les autres quatre éléments, *le spiritus est un principe matériel* un composant de la matière.

Pour aller plus loin dans la compréhension du terme, il convient de se représenter la lacune évidente de la théorie quaternaire de la matière. Les éléments, que quelques anciens imaginèrent hiérarchisés, généralement sous la prééminence du feu, sont maintenant tous équivalents. Ils manquent de liaison, ils manquent d'une direction, d'un gouvernement, d'un commandement. Ce principe directeur de la matière est l'esprit, qui, comme le disait Anaxagore, est le général en chef du monde et se répand en commandements particuliers dans tous les êtres et toutes les formes, jusqu'aux plus simples. L'esprit est le principe de la cohésion et celui du changement. Dans notre langage moderne principe du mouvement n'exprime pas l'idée des anciens; c'est principe de l'énergie qu'il faut écrire. L'addition de l'esprit aux quatre éléments inertes c'est, en réalité, l'introduction de *l'énergétique* dans la science.

Maintenant qu'est connue la constitution intime de la matière il reste d'en prendre une connaissance pratique.

Peut-on atteindre ce résultat par l'analyse chimique? La chimie est en plein essor; elle sort de sa première enfance; elle balbutie encore, mais elle sait, qu'en dépit des impasses et des confusions, elle est engagée sur la bonne voie et que l'avenir est à elle.

Les chimistes sont ambitieux, mais tous ne sont pas très subtils.

Dans le langage courant, on appelle feu ce qui flambe, brûle et éclaire; on appelle air ce qui est gazeux, eau ce qui est liquide et terre ce qui est solide. Des naïfs s'imaginent qu'en enflammant ils créent du feu, qu'en évaporant ils font de l'air, qu'en liquéfiant ils font de l'eau et qu'en desséchant un résidu solide ils font de la terre. Arnauld de Villeneuve n'a que sarcasmes pour ces « non intelligentes », ces gens qui ne comprennent rien, et qui, à grand peine chauffant, sublimant, distillant, calcinant..., prétendent extraire des « choses » les quatre éléments. Dans leur cornue ils montrent l'air qui s'échappe, l'eau qui se condense et la terre qui est au fond : c'est ridicule.

L'élément radiant, le gazeux, le liquide et le solide n'ont rien à faire avec nos chaleurs ou feux, nos gaz, nos liquides et nos solides. Les quatre éléments sont tous des constituants nécessaires de la plus infime parcelle de matière et aucun procédé ne peut les isoler. Car *les isoler serait supprimer la matière*. La chimie ne peut que décomposer la matière en ses particules quadriélémentaires et la reconstituer sous une autre forme à l'aide de ces mêmes particules quadriélémentaires. Car, comme le disait Anaxagore, dont le XIIIe siècle ignore sans doute les mots, mais est imprégné de l'esprit. « Rien ne naît ni ne périt; ce qui est se mêle ou se sépare, se confond ou se distingue; la naissance est une composition, la mort une décomposition ».

Alors la constitution intime de la matière va-t-elle rester une pure théorie? et devons-nous renoncer à connaître expérimentalement quoique ce soit de la nature intime des corps, c'est-à-dire de leur teneur relative en chacun des quatre éléments?

Non. Car si la chimie est impuissante, la physique vient à notre secours. Ce sont les *qualités physiques* qui révèlent leur composition élémentaire.

Ces qualités sont au nombre de quatre et s'opposent l'une à l'autre en deux couples. Ce sont la sécheresse et l'humidité, la chaleur et le froid. S'inspirant peut être d'Aristote, d'aucuns les ont prises parfois pour les éléments constitutifs des corps. Mais c'est une erreur; et si le mot élément se retrouve çà et là dans le discours, il ne s'agit que d'un abus de langage : c'est qualité qu'il faut lire.

Dans le couple chaud-froid, le froid n'est pas considéré comme un manque de chaleur. Chaque qualité a son autonomie et c'est la proportion de

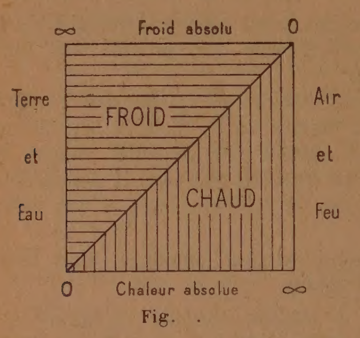


Fig. .

leur mélange deux à deux qui font l'état physique particulier des corps.

Un corps quelconque possède plus ou moins des

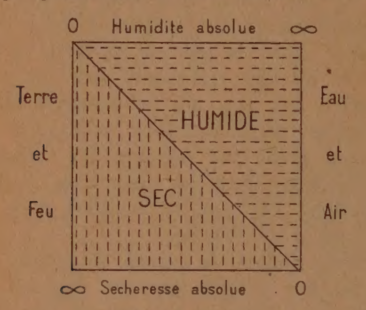


Fig. 2 *bis*.

quatre qualités, — davantage de chaud s'il a moins de froid, davantage de sec s'il a moins d'humide, et vice versa.

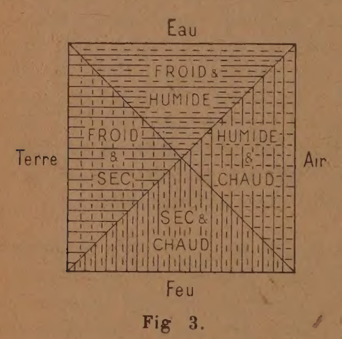


Fig 3.

Mais les éléments purs ont des qualités pures : s'il est chaud, il n'a pas de froid; s'il est sec il n'a pas d'humidité. Chaque élément pur a deux qualités, une de chaque couple.

Le feu est sec et chaud,
L'air est humide et chaud,
L'eau est froide et humide,
La terre est froide et sèche.

Pour connaître l'essentiel de la composition intime d'un corps (quadriélémenté), il suffit donc de connaître le degré qu'atteint en lui la qualité dominante de chaque couple. Ecrire : il est chaud et humide, équivaut à écrire : l'air domine dans sa composition. Si l'on nuance chacune des qualités, on arrive à saisir avec plus d'exactitude les variantes d'équilibre des éléments.

Un des étonnements du lecteur, lorsqu'il étudie un ouvrage des siècles passés, est de trouver soigneusement noté, à propos de tout ce dont on parle, sa sécheresse ou son humidité, sa chaleur ou son froid. Les causes morbides et les médicaments végétaux ou animaux sont à ce point de vue aussi bien précisées que les minéraux.

L'étonnement cesse si l'on comprend qu'est ainsi donné le maximum possible de connaissance sur la nature intime du corps.

Une difficulté subsiste. Pour certains corps les qualificatifs se justifient facilement. Mais pourquoi telle feuille est-elle sèche et chaude, alors que telle autre est froide et humide? L'écrivain semble, dans son appréciation, n'avoir obéi qu'à sa fantaisie. On serait tenté de parler de puérilité ou de convention, et de hausser les épaules : on aurait bien tort.

Ici intervient une notion capitale, celle des qualités virtuelles [1].

De même que l'énergie mécanique a deux aspects équivalents, le cinétique et le potentiel, de même les qualités atomiques ont deux aspects équivalents. L'un, qui tombe directement sous les sens, est le *formel*. L'autre, le *virtuel*, ne se manifeste que de façon indirecte, par les propriétés qu'il communique aux corps réceptifs sur lesquels il agit et dont il exagère certaines tendances.

Virtualités, propriétés virtuelles, agir virtuellement sont des termes courant : le virtuel du dominant est attesté par le formel du dominé.

C'est par l'effet d'un corps sur un autre corps convenablement choisi qu'on éprouve les vertus de ce premier corps, qu'on les décèle, — nous dirions en langage moderne : qu'on les détecte.

On comprend maintenant qu'un médicament, par exemple, puisse être dit chaud et sec sans que rien apparemment ne justifie cette affirmation : c'est qu'il se comporte envers l'organisme humain comme s'il était manifestement chaud et sec. Sa sécheresse et

1. Dans *Capitula astronomiae*, Arnauld de Villeneuve explique les principes des actions zodiacales : « De primo, scilicet de Triplicitate, sciendum est quod omne movens mobile reducitur ad movens immobile ; aliter enim esset processus in infinitum in moventibus et motis, secundun Philosophum, ut probatur 7 Physic ; sed omne infrigidans et calefaciens in élementis et in elementatis est ab aliquo infrigidabile et calefactibile, ut patet ; igitur oportet ut reducatur infrigidens ad infrigidabile et calefaciens ad calefactibile ; talia sunt corpora supracoelestia, ideo sunt calida frigida et similiter humida et sicca, sed non tali formaliter. sicut ignis et aqua, sed sunt talia virtualiter ; non autem in potentia reducibili ad actum, sicut piper calefacit a calore digerente. quando ponitur ; sed aut talia virtute actuali semper agunt, quae superagunt disposito patiente, sicut adamas attrahit ferrum semper absque eo quod aliquid ab eo patiatur ; sicut sol calefacit et saturnus infrigidat per virtutes eis debitas semper non repertas ab aliqua actione vel passione in eis. Reperitur ergo complexio virtualiter significans quae faciunt complexionem formaliter in istis inferioribus, etc... ».

sa chaleur sont réelles et traduisent sa nature intime, bien qu'elles ne soient que virtuelles.

En résumé la matière est un agglomérat plus ou moins organisé de particules. Chaque particule est formé de quatre éléments cimentés et régis par un principe énergétique, et ne diffère des autres que par les quantités respectives de chacun des éléments qu'elle contient. Les quatre éléments sont le radiant, le gazeux, le liquide et le solide; ils portent les mêmes noms que le feu, l'air, l'eau et la terre, mais ne ressemblent en rien à ces matières qui sont des collections de particules quadriélémentées et le plus souvent des mélanges complexes de particules dissemblables.

La chimie est impuissante à libérer les éléments de leur interunion. L'analyse de la matière élémentaire ne peut être que physique; suivant sa teneur plus ou moins grande en les différents éléments, la matière est plus ou moins froide ou chaude, ou plus ou moins sèche ou humide. Dans certains corps ces qualités sont formelles, c'est-à-dire manifestes; dans d'autres elles ne sont que virtuelles et ne sont alors détectées que par leurs effets sur des corps réactifs.

Paul CHEVALLIER.

Deux alinéas libellés par la Rédaction ont précédé le texte de la chronique parue dans le n° 1 et consacrée, par M. G. Bouligand, à l'œuvre d'Emile Picard.

Un blanc qui devait séparer cet addendum a été omis, ce que nous tenons à signaler.

LES ESSENCES DE QUELQUES LABIÉES DE PROVENCE

Dans les paragraphes qui suivent, je vais donner les résultats de certaines recherches originales entreprises par mes soins et poursuivies dans les laboratoires de notre fondation. Elles intéressent à la fois la physiologie végétale et la chimie industrielle et apportent davantage de faits nouveaux qu'elles ne suivent dans des sillons déjà ouverts et qu'elles ne confirment les données d'autres auteurs.

Sur les essences d'Epiaires (*Stachys* sp.).

Les Epiaires, qui appartiennent à la tribu des Stachydeae, comprennent environ 200 espèces disséminées dans presque toutes les régions tempérées, froides et tropicales montagneuses du globe. Vivaces ou annuelles, herbacées ou ligneuses, les plantes du genre *Stachys* L., sauf le *Stachys affinis* Bunge ou Crosne, ont été peu étudiées chimiquement. Seize espèces existent dans la flore de la France continentale et insulaire, les unes dépourvues de parfum, les autres fétidés ou agréablement odorantes. J'ai examiné quatre espèces, toutes vivaces, assez communes en Provence et dans la portion méridionale de la chaîne alpine : *Stachys recta* L., *S. palustris* L., *S. silvatica* L. et *S. alpina* L. Sous l'angle phytosociologique, *Stachys recta* et *S. silvatica* appartiennent à l'étage du Chêne vert et du Chêne blanc, *S. alpina* existe dans l'Alnetum (*Alnus viridis*) d'altitude et dans plusieurs associations du Hêtre, *S. palustris* dans les aulnaies (*Alnus glutinosa*). A l'état frais, aucune de ces quatre plantes n'est sensiblement odorante, sauf *Stachys silvatica*; par la dessiccation, se développe un parfum agréable chez *S. recta*, ni l'une ni l'autre ne révélant la présence de coumarine. Pour chacune de ces espèces, plusieurs dizaines de kilos de parties vertes ont été traitées par distillation et deux kilos environ de semences, épuisées par l'éther de pétrole. Il n'a été extrait aucune huile essentielle des feuilles de *Stachys palustris* et *S. alpina*, mais nous avons obtenu une petite quantité de produit odorant de *Stachys recta* et *S. silvatica*. Je donne ci-dessous les principales caractéristiques des essences produites qui, l'une et l'autre, tiennent à la fois de celles de Mélisse et de Géranium.

	Stachys recta	*Stachys silvatica*
	—	—
Rendement °/oo	0,31	0,27
Poids spécifique	0,8930	0,9160
Pouvoir rotatoire	— 6°30′	— 5°
Indice de réfraction	1,4660	1,4725
Géraniol	17,52	16,20
Linalol	11,44	19,76
Citronellol	0,68	0,30
Alcools	29,64	36,26
Citronellal	0,82	1,17
Citral	traces	0,26
Aldéhydes	0,82	1,43
Ethers	18,20	10,15

La composition centésimale des graines des quatre espèces d'Epiaires examinées est la suivante :

	recta	*palustris*	*silvatica*	*alpina*
	—	—	—	—
100 graines de l'année pèsent	0 gr. 2867	0 gr. 0995	0 gr. 1548	0 gr. 3616
Eau	13,42	13,70	12,80	12,65
Matières grasses	14,40	16,27	15,78	18,32
Matières protéiques	19,30	26,25	24,44	23,60
Cellulose	16,46	15,15	17,10	16,21
Hydrates de carbone	36,42	28,63	29,88	29,22

Il y a absence d'huile essentielle chez les semences de ces *Stachys*, ce qui est la règle générale chez celles des Labiées françaises, exception faite toutefois pour les graines de quelques *Calamintha*, *Melissa officinalis*, *Salvia sclarea*, *Nepeta agrestis*, etc...

Les différences de constitution de l'essence de Serpolet,

Thymus serpyllum Linné

Cette espèce si répandue dans la Provence alpine offre un polymorphisme bien connu et dont les systématiciens ont parfois abusivement tiré parti. De nombreuses variétés ont été décrites, basées sur le degré de pilosité de la plante, sur la longueur de l'indûment dans ses rapports avec le diamètre de la tige sur les axes florifères, sur le velouté de l'assise calicinale externe, sur l'aspect et la dimension des capitules. Pour la plupart de ces variétés, dont la validité est contestable, l'on a souvent signalé à côté de la coloration typique des inflorescences, mauve ou rosée, des formes d'un blanc pur. Pour ces exemplaires albiflores, en mélange avec des touffes de teinte habituelle, on n'a cherché aucune explication se bornant simplement à exprimer le phénomène par anomalie à ranger dans les cas d'albinisme. Or, l'albinisme, tel que nous le concevons, s'il ne doit pas être confondu avec l'étiolement, se présente en général comme une chlorose localisée frappant les parties vertes de la plante, singulièrement une fraction du limbe, sans retentissement sur la coloration des pièces florales. Elément inférieur dans l'échelle tératologique, l'albinisme ne saurait revêtir le sens d'atteinte grave de l'organisme, de déchéance irrémédiable puisque les modifications mineures dans les divers états et fonctions de la chlorophylle restent sans influence appréciable sur les dimensions de la plante, l'érection de ses axes principal et secondaires, la turgescence tissulaire. Etiologiquement, l'albinisme paraît lié à une plus grande production de diastases oxydantes chlorophyllicides et à l'élaboration de substances douées de propriétés lysantes vis-à-vis du protoplasma.

L'apparition de touffes à fleurs blanches au milieu de celles à corolle normalement rose ou mauve n'a donc rien à voir avec les faits relevant du véritable albinisme foliaire. Aussi bien pour les Serpolets croissant en zones d'altitude élevée que pour ceux poussant en plaines, quelle que soit la variété considérée (groupes *angustifolius*, *lanuginosus*, *polytrichus*, *chamaedrys*, *serpyllum*, *subcitratus*, *ovatus*), l'on a pu relever poussant ensemble, côte à côte, dans les mêmes conditions d'habitat, des plantes à inflorescences colorées, d'autres albiflores. Les insectes, Hyménoptères mellifères notamment, ne marquent aucune prédilection, lorsqu'ils vont recueillir le nectar que ces fleurs produisent copieusement, quant à la teinte de la corolle. Pour les unes et les autres, nous n'avons pas relevé de différence aussi bien en ce qui concerne la forme et les dimensions des grains de pollen que pour ce qui est de la plus ou moins grande fréquence des cristaux d'oxalate de calcium. Enfin, quant au système sexuel, il n'apparaît pas que l'on puisse mettre en lumière des variations pour un tapis végétal constitué exclusivement de Serpolets à fleurs colorées et pour le même, avec fleurs colorées et fleurs blanches : même absence de pieds androdioïques soit masculinisation par réduction du gynécée, mêmes proportions de fleurs à étamines développées, exsertes et à grandes corolles et de fleurs à étamines abortives, incluses et à petites corolles. Histologiquement, les axes florifères n'offrent, dans leurs diverses parties, aucun caractère différentiel. Enfin, qu'il s'agisse de spécimens colorés ou albiflores, nous n'avons pu dégager de précocité ou de retard d'éclosion en ce qui concerne l'apparition et l'épanouissement des inflorescencess. Nous concluons, du point de vue systématique florale, que la question d'élévation au rang de variété des formes albiflores doit être tranchée par la négative. Il en va autrement quant à la constitution physicochimique de l'essence extraite, ainsi que nous allons le voir.

	Montagnes fleurs colorées		*Plaines* fleurs moins colorées	
	à moitié de développement	à la floraison	à moitié de développement	à la floraison
Rendement °/₀₀	5,28	5,15	5,43	4,10
Poids spécifique à 15° C.	0,9060	0,9074	0,9028	9,9026
Pouvoir rotatoire à 15° C	—2°40′	—2°44′	—2°46′	—2°30′
Indice de réfraction à 20° C.	1,4478	1,4864	1.4926	1,4862
Point d'ébullition	344° C	343° C	347° C	350° C
Carvacrol	54,7	55,2	55,1	54,7
Thymol	3,8	3,6	2,8	3,1
Total des phénols	58,5	58,8	57,9	57,8
Bornéol	2,64	2,29	1,67	1,34

Nos essais ont porté d'abord sur des plantes, à tous égards normales, cueillies en montagnes (fleurs très colorées) à 1.800 m., et en plaines (fleurs moins colorées, mais jamais blanches) à 800 m., dans les Basses-Alpes.

Nos recherches ont été effectuées ensuite sur des touffes de Serpolet albiflores, récoltées à l'altitude de 1.050 m., à Turriers (B.-A.), les unes sur marnes noirâtres callovo-oxfordiennes, les autres sur argiles de formations morainiques.

	Plantes albiflores à moitié de développement	Plantes albiflores à la floraison
Rendement °/₀₀	4,30	4,26
Poids spécifique à 15° C.	0,9090	0,9064
Pouvoir rotatoire à 15° C.	—2°30′	—2°40
Indice de réfraction à 20° C.	1,4852	1,4754
Point d'ébullition	347° C	351° C
Carvacrol	52,6	53,1
Thymol	2,3	2,9
Total des phénols	54,9	56,0
Bornéol	2,15	2,10

Enfin, nous avons examiné comparativement des plantes de Serpolet infestées par la rouille, *Puccinia caulincola* Schneit., aux pustules brun sombre caractéristiques sur les tiges, pétioles et limbes, fréquente sur diverses espèces de *Thymus* et d'*Origanum*; dans ce cas particulier, les matériaux étudiés croissaient en abondance, à Venterol (B.-A.), sur des schistes noirs imperméables du Lias.

	Plantes infestées par *Puccinia caulincola* au début de la végétation	au milieu du cycle végétatif	à l'approche de la floraison
Rendement °/₀₀	1,38	1,30	1,42
Poids spécifique à 15°C.	0,9020	0,9025	0,9037
Pouvoir rotatoire à 15°C.	—2°10′	—2°20′	—2°30′
Indice de réfraction à 20°C.	1,4728	1,4882	1,4654
Point d'ébullition	342° C	345° C	343° C
Carvacrol	48,8	49,1	51,0
Tymol	3,8	3,6	2,2
Total des phénols	52,6	52,7	53,2
Bornéol	1,10	0,88	0,64

Nos conclusions sont :

Pour la plante normale : Le maximum du taux d'essence est atteint à la moitié du développement, aussi bien en montagne qu'en plaine. D'un stade à l'autre de la végétation, les différences sont moins grandes chez les plantes de montagnes que chez celles de plaines; en d'autres termes, le taux de rendement est davantage fixe chez les Serpolets d'altitude. Les teneurs en phénols totaux et en bornéol sont plus grandes chez les plantes croissant en montagne mais sensiblement égales aussi bien à mi-développement qu'à la floraison. Le taux de carvacrol est plus faible, celui de thymol, plus élevé à la moitié du développement chez les plantes de montagne.

Pour la plante à axes albiflores : Le rendement global est plus élevé à mi-développement. Il y a davantage de phénols à la floraison, aussi bien en ce qui concerne le carvacrol que le thymol comparativement à la période intermédiaire de végétation; pendant le même temps, l'on constate la présence d'un peu moins de bornéol.

Pour la plante parasitée par Puccinia caulincola : Le taux d'essence est très fortement diminué, avec réduction de plus des trois-quarts par comparaison avec la plante saine. Il y a moins de phénols aussi et de bornéol. La plus grande richesse en phénols s'observe à l'approche de la floraison; elle est moindre au milieu du cycle végétatif et encore davantage abaissée au début de la végétation. Un mouvement exactement inverse traduit les fluctuations du pourcentage en bornéol.

Recherches sur les huiles essentielles d'Origans spontanés ou cultivés.

Continuant nos recherches sur les Labiées aromatiques, nous avons procédé à une série d'investigations physico-chimiques sur des Origans, spontanés et de culture. *Origanum vulgare*. Avec ceux recueillis dans leur habitat naturel — la plante est abondamment répandue en Provence —, examinés aussitôt après récolte, nous avons étudié ceux provenant de transplantation de pieds spontanés, un an ou deux après cette opération, mais ayant reçu, dans l'intervalle, une fumure azotée, correspondant à 340 kilos de Sulfate d'ammoniaque, à l'hectare, pour 15.000 pieds environ. Les résultats acquis sont détaillés dans les tableaux ci-après.

Sur l'huile essentielle d'un ardent jaune blond, tirant légèrement sur le rouge, à odeur très forte, nous avons dosé notamment l'ensemble des phénols carvacrol et thymol, par appréciation volumétrique de la partie non combinée d'un mélange de l'essence à essayer avec une solution de soude. Les phénolates produits étant solubles dans l'eau, du volume de l'essence non absorbée, il est facile de déduire la teneur en phénols.

Une certaine quantité d'essence est vigoureusement agitée avec son volume d'une solution de carbonate de sodium à 2 %, afin de saturer les acides libres. On laisse reposer et l'on en prélève 10 c.c. que l'on place dans une burette à robinet, graduée en dixièmes de centimètre cube, et contenant 45 à 50 c.c. de lessive de soude à

5 %. Ces 10 c.c. occupent donc 100 divisions. On bouche la burette au liège fin et on l'incline doucement pour la renverser ensuite complètement. Lentement, on mélange ainsi, sans pause prolongée, de manière à ce que toute la colonne de lessive alcaline soit traversée par l'essence. Au bout de quelques minutes, l'on s'aperçoit que celle-ci n'abandonne plus rien au cours de son passage et que son volume ne diminue plus. On replace alors la burette verticalement et l'essence non combinée ne tarde pas à se disposer en surface. On favorise le rassemblement des gouttelettes éparses et adhérentes aux parois par un rapide mouvement tournant, en mise en marche de toupie. Lorsque l'émulsion est éclaircie, que l'essence est bien séparée de la solution alcaline redevenue limpide, on fait la lecture, on retranche ce chiffre de 10 et l'on a ainsi le volume de phénols de la prise d'essai. Cette différence, multipliée par 10, en donne la teneur centésimale : pour convertir celle-ci en poids, l'on remplace dans les calculs, le premier chiffre par la valeur correspondante du poids spécifique du liquide avant l'essai, le second par celle de la densité de l'essence après libération des phénols. Cette méthode est d'une approximation suffisante puisque les résultats fournis comparés à ceux obtenus à partir de procédés plus précis (Messinger-Vortmann, Kremers-Schreiner) ne révèlent pas une erreur dépassant 1,5 % et n'atteignant pas toujours ce taux.

La liqueur de phénolates, traitée par une solution d'acide sulfurique à 20 %, abandonne les phénols; la portion huileuse, séparée par décantation, dépose par refroidissement du thymol cristallisé, en lamelles transparentes; on les recueille, les essore, les pèse. Le carvacrol est déduit par différence.

	Origans spontanés				Origans avec azote			
	Rendements	Phénols %	Thymol	Carvacrol	Rendements	Phénols %	Thymol	Carvacrol
Terrains calcaires :								
Brignoles.........	2,41	91,56	17,56	74,00	2,75	92,29	23,68	68,61
Le Plan-d'Aups....	2,26	90,13	18,42	71,71	2,90	85,48	24,29	61,19
Ollières...........	2,32	83,22	19,52	63,70				
Rians.............	2,29	81,62	19,43	62,19				
Pourcieux.........	2,15	82,76	18,76	64,00	3,02	90,08	22,61	67,47
Cotignac..........	2,46	90,02	19,50	70,52	2,68	94,23	25,01	69,22
Carcès............	1,66	85,16	18,44	66,72	2,54	89,48	23,62	65,86
Châteauvieux.....	1,89	737,8	19,71	54,07				
Régusse...........	2,13	72,42	18,32	54,00	2,90	85,13	21,63	63,50
Moyennes...	2,17	83,40	18,86	64,54	2,79	89,44	23,47	65,97
Terrains siliceux :								
Carqueiranne......	2,01	76,48	17,56	58,92				
Le Lavandou......	1,85	79,41	18,42	60,99				
Cogolin...........	1,46	78,82	19,16	59,66	2,29	84,36	23,62	60,74
Collobrières.......	1,73	81,12	18,62	62,50	2,52	89,42	23,27	66,15
Grimaud..........	2,19	81,13	19,15	61,98	2,94	87,42	22,54	64,88
Saint-Tropez......	1,84	80,06	19,31	60,75				
Pignans..........	2,30	80,22	20,42	59,80	3,12	89,11	25,43	63,68
Moyennes...	1,91	79,60	18,94	60,65	2,71	87,57	23,71	63,86

Je rappelle qu'un acarien, *Eriophyes thomasi* (Nal.), traduit sa présence chez *Origanum vulgare* par la production d'une hypertrophie notable des bourgeons, mais sans hyperplasie. Les feuilles incurvées sont rassemblées en capitules, les écailles de ceux floraux s'imbriquant en épis et les organes ainsi modifiés se doublent d'une pilosité prononcée. Les ériophyides presque diaphanes, ne sont jamais nombreux. Si l'on se base sur les caractères systématiques de ces spoliateurs, c'est-à-dire sur leurs taille, dimensions et inégalité des soies, dessins du bouclier ou disposition des travées et signes, l'on est amené à ranger les dits parasites en variétés. Ce classement qui, d'ailleurs paraît s'accorder avec le désir d'élection de l'hôte, est, relativement au sujet qui nous occupe, d'une validité discutable. Car si *Eriophyes thomasi* vit sur différentes espèces de Labiées appartenant aux genres *Thymus*, *Origanum*, *Satureia*, l'on constate que les altérations produites revêtent divers aspects, depuis la virescence, la pilosité accrue, l'épiaison des bourgeons floraux jusqu'à la formation en tête de ceux foliaires. Or, aucune de ces modifications structurales n'est le propre d'une variété donnée d'*Eriophyes thomasi*. Ayant tenu à

étudier chimiquement les répercussions possibles de cette intervention parasitaire, nous avons soumis à la distillation aux vapeurs d'eau des sommités fleuries saines et d'autres fortement altérées par l'acarien, recueillies sur des Origans spontanés, poussant en jachères et landes herbeuses de la région de Brignoles où la déformation est fréquente — à peu près 60 % des pieds parasités —. En moyenne, sains et parasités, ont livré 2,36 % d'essence, dont voici les caractéristiques :

	Sains	Altérés
Densité à 15° C.	0,972	0,956
Solubilité dans l'alcool 70 % (D = 0,8904)	2-3 vol.	2-3 vol.
Phénols %	92,40	85,35
Thymol	24,30	13,10
Carvacrol, par différence	68,10	72,25

Economiquement, l'on doit conclure que l'infestation n'est pas sans dommage puisque l'on constate une diminution sensible du pourcentage des phénols, portant spécialement sur le thymol.

Il résulte des essais que nous commentons longuement sur des origans sains, spontanés et de culture, que pour ceux spontanés, croissant en terrains calcaires, le rendement en essence est supérieur de 0,26 % par rapport à ceux poussant en terrains siliceux. Une fumure azotée rétablit quelque peu l'équilibre et ramène la différence à 0,08 %, toujours au détriment des origans silicicoles. Cette même fumure azotée exerce une action bienfaisante puisqu'elle fait passer le pourcentage d'huile essentielle de 2,17 à 2,79 en terrains calcaires, de 1,91 à 2,71 en terrains siliceux.

Pour les origans spontanés, croissant en terrains calcaires, le rendement en phénols est supérieur de 3,8 % par rapport à ceux poussant en terrains siliceux. Une fumure azotée réduit cette différence à 1,87 %, encore au détriment des origans silicicoles. Cette même fumure azotée exerce une action stimulante heureuse puisqu'elle fait passer le pourcentage de phénols de 83,40 à 89,41 en terrains calcaires, de 79,60 à 87,57 en terrains siliceux.

Pour les origans spontanés, la teneur en thymol est, pour cent d'essence, légèrement supérieure chez ceux silicicoles — 0,08 au bénéfice de tels plants spontanés, 0,24 au bénéfice des mêmes recevant une fumure azotée —. L'addition de celle-ci fait passer de 18,86 à 23,47 le taux de thymol chez les calcicoles, de 18,94 à 23,71, le même chez les silicicoles.

Pour les origans spontanés, la teneur en carvacrol est, pour cent d'essence, sensiblement supérieure chez ceux calcicoles — 3,89 au bénéfice de tels plants spontanés, 2,11 au bénéfice des mêmes recevant une fumure azotée —. L'addition de celle-ci fait passer de 64,54 à 65,97 le taux de carvacrol chez les calcicoles, de 60,65 à 63,86, le même chez les silicicoles.

Mais si nous rapportons aux rendements respectifs en terrains calcaires et en terrains siliceux, nous constatons pour le thymol — estimant que ce constituant donne toute sa valeur à l'essence d'origan — que les 2 gr. 17 d'huile essentielle, obtenus en terrains calcaires, en contiennent 0,40 contre 0,36 fourni par 1 gr. 91, obtenu en terrain siliceux, pour des plants spontanés; que les 2 gr. 79 d'huile essentielle, obtenus en terrains calcaires, en contiennent 0,66 contre 0,64 fourni par 2 gr. 71, obtenus en terrain siliceux, pour des plants cultivés ayant reçu une fumure azotée. L'addition de cet élément fertilisant est donc particulièrement heureuse, quelle que soit la nature des terrains portant cultures d'origan.

Les variations du taux de la coumarine chez le *Melittis melissophyllum* L.

La Mélitte (*Melittis melissophyllum* L.) est une espèce vivace, commune dans les bois et taillis de Chêne rouvre de la presque totalité de la France continentale et de la Corse; son aire de dispersion globale s'étend sur les parties centrale et méridionale du continent. Elle croît aussi bien sur un substratum siliceux que sur celui calcaire, beaucoup plus fréquemment toutefois dans ces derniers terrains. Ecologiquement, cette magnifique Labiée paraît indifférente à la nature physique du sol, prospérant cependant davantage lorsque celui-ci est riche en substances humiques, sur litière de feuilles de fayard, par exemple, mais vivant aussi sur la terre presque nue des abords ensoleillés des clairières dans les diverses associations du *Quercus pubescens* Willd., en Provence; les exigences quant à l'état hygrométrique de l'air et à l'insolation varient notablement, la fructification et la production de graines mûres paraissant être aptima avec une altitude élevée et la plus grande fraîcheur du sous-bois.

Chez la Mélitte, la coumarine a été indiquée, pour la première fois, par Guérin et Goris[1]. A la dessiccation spontanée, elle se dégage après action de l'émulsine sur l'hétéroside que les parties vertes contiennent. Nous ne l'avons trouvée ni dans la racine ni dans les fleurs ni dans les semences. A l'état frais, la plante ne développe aucune parfum

1. *C. R. Ac. Sc.*, t. CLXX, 1920, p. 1067.

mais il est aisé, au laboratoire, d'obtenir, caractéristique, l'odeur de coumarine, soit en faisant simplement sécher les feuilles — elle apparaît dès que ces organes ont perdu le tiers environ de leur eau de constitution —, soit en les traitant par les anesthésiques, chloroforme ou éther, selon le procédé de Mirande.

La plante étant assez répandue et relativement abondante dans ses stations préférées, de grandes quantités sont disponibles pour permettre l'extraction et l'appréciation pondérale de la coumarine. Après dessiccation, les feuilles réduites en poudre sont épuisées par l'alcool à 95°; on se débarrasse de la chlorophylle par agitation prolongée avec du noir animal. La portion coumarinique est comprise dans le résidu aqueux après distillation de l'alcoolature filtrée. On l'épuise longuement par l'éther que l'on distille et qui abandonne un liquide peu mobile, jaunâtre, à odeur spéciale, qui s'épaissit et présente alors un enchevêtrement de cristaux. Le résidu, traité par l'éther de pétrole, à l'ébullition cède au solvant approximativement 62 pour cent de son poids de cristaux encore fortement colorés, lesquels par dissolutions et cristallisations successives, fournissent de la coumarine pure, en prismes rhombiques incolores, brillants, fondant à 67° C. Nous avons dosé ce corps par la méthode volumétrique d'Obermayer [1], c'est-à-dire le titrage par la solution de permanganate de la coumarine provenant du distillat de l'extrait éthéré des feuilles et par le procédé colorimétrique de Clayton et Larmour [2], basé sur la production de la teinte rouge développée par la réaction entre composés phénoliques et p-nitraniline diazotée en solution alcaline. L'on sait que Chakravati [3] a mis en valeur la coloration née de la copulation des arylamines avec la coumarine en solution sodique. Les solutions de diverses arylamines ont été, dans un premier temps, diazotées, dans un deuxième, mises en contact avec de la coumarine dissoute en milieu alcalin. Une coloration rouge cramoisi a concrétisé cette action qui, mise à profit qualitativement par l'auteur, a été exploitée quantitativement par Cleyton et Larmour, avec application à la coumarine des Mélilots. Nous avons adopté cette dernière méthode en faisant observer qu'elle donne des résultats constamment inférieurs, bien que se rapprochant davantage de la réalité, à ceux fournis par celle d'Obermayer. En partant de solutions de coumarine pure, les deux procédés conduisent, au contraire, à des résultats absolument concordants.

1. *Z. Anal. Chem.*, LII, 1913, p. 172-191.
2. *Canad. J. Res.* XIII, (2), 1935, p. 89-100.
3. *J. Indian Chem. Soc.* VIII, 1931, p. 503-509.

Nos cueillettes de *Melittis melissophyllum* L., ont été faites, d'abord, sur des plantes saines, à Camps-les-Brignoles (Var), sur marnes pyriteuses surmontées par des calcaires à silex de l'Aptien, ensuite, sur des pieds tant normaux que parasités par *Septoria Melittidis* Sacc. et Speg., à Turriers Basses-Alpes), sur des marnes oxfordiennes, enfin, sur de superbes échantillons aussi bien indemnes d'infestation parasitaire qu'atteints par *Phyllosticta montellica* Sacc., croissant sur les assises superficielles du Lias calcaire, associé à une énorme masse triasique, avec Muschelkalk inclus dans le Keuper, également dans la même région.

L'affection à *Septoria Melittidis* Sacc. et Speg. se traduit par des taches foliaires, blanchâtres, grandes, de limites imprécises, ne déformant pas le limbe alors que celle à *Phyllosticta montellica* Sacc. apparaît sous forme de macules foliaires d'un rouge sombre, circulaires, subsphériques, devenant blanchâtres à la fin, crispant à peine le limbe, ne brunissant ni ne noircissant à la dessiccation.

	Teneur en coumarine % de la plante sèche
Camps-les Brignolles.	
Plante saine	0 gr. 1478
Turriers.	
Plante saine	0 gr. 2260
Plante parasitée par *Septoria melittidis*	0 gr. 0610
Plante parasitée par *Phyllosticta montellica*	0 gr. 0345

Par nos recherches, ont été précisés les taux de coumarine produite chez le *Melittis melissophyllum* — indication quantitative qui n'avait jamais été encore fournie —, et confirmée cette notion que toute affection parasitaire ou infectieuse se traduit, chez le végétal qui en est atteint, par une modification du pourcentage de ses constituants, modification ayant dans la majorité des cas le caractère d'une diminution sensible.

Sur la constitution de l'essence de Mélisse *(Melissa officinalis)*.

La Mélisse ordinaire est une Labiée commune en Provence dans les haies, au voisinage des habitations, ne faisant pas ou ne faisant que peu l'objet de cultures pour la parfumerie ou la droguerie.

Nous avons procédé à l'extraction de l'huile essentielle, sur la matière fraîche (parties aériennes), par entraînement à la vapeur d'eau et redistillation des eaux condensées. Pour l'appréciation de la constitution chimique du parfum, dans une première opération, 2 gr. d'essence totale ont été

traités par acétylation, dans un ballon spécial, avec 4 gr. d'anhydride acétique et 0 gr. 50 d'acétate de sodium. Cette manipulation a été suivie de la solution de potasse alcoolique N/2. Le résultat obtenu représente l'ensemble du géraniol, du linalol, du citronellol et du citronellal, aldéhyde dosée comme alcool dans ce cas particulier, soit après calcul, la teneur centésimale approximative de l'essence initiale en alcools. D'autre part, l'essence primitive a été soumise à la distillation fractionnée et l'on a recueilli séparément les parties distillant, avant et après 210° C. Après acétylation d'une fraction du distillat obtenu jusqu'à 210° C., l'on saponifie les éthers produits et l'on obtient le géraniol correspondant au linalol et, après formylation d'un autre échantillon, le citronellal seul. Sur le distillat passant après 210° C., l'on procède également à une acétylation comme ci-dessus, opération donnant la teneur en géraniol vrai, et à une formylation sur un deuxième échantillon, laquelle fournit la richesse en citronellol. Dans cette même portion, l'on dose le citral par la méthode d'aldoximation de Walther, modifiée par Bennett.

Constitution moyenne des plantes de *Melissa officinalis* à végétation normale.

	Vers la plénitude de la végétation	Atteinte du plein développement	A la floraison
Rendement ‰	0,41	0,86	1,00
Poide spécifique à 15°C.	0,9062	0,8957	0,8942
Pouvoir rotatoire	+0°31′	+0°32′	+0°34′
ndice de réfraction	1,504	1,498	1,497
Géraniol	19,84	16,12	12,38
Linalol	12,16	13,50	14,21
Citronellol	6,17	7,15	8,23
Alcools totaux	38,17	36,77	34,82
Citronellal	3,15	3,38	3,90
Citral	0,88	0,94	0,96
Aldéhydes totales	4,03	4,32	4,86

Les mêmes recherches ont été poursuivies sur la plante parasitée par un microcryptogame, *Phleospora melissae* (Desm.) Parisi, qui couvre le limbe de nombreuses petites taches brunes, allongées, irrégulières, rarement confluentes, non sphériques, provoquant chez les feuilles atteintes, des déformations, des torsions et des plicatures et, finalement, amenant leur chute. La plante entière ne s'étiole pas mais donne la nette impression de manquer de vigueur; sa croissance est torpide, entravée, et la floraison retardée, toujours réduite, parfois nulle.

Voici sur de tels plants les réssultats physico-chimiques obtenus.

	Vers la plénitude de la végétation	Atteinte du plein développement	A la floraison
Rendement ‰	0,18	0,21	0,34
Poids spécifique à 15°C.	0,8981	0,8963	0,8960
Pouvoir rotatoire	+0°30′	+0°31′	+0°31′
Indice de réfraction	1,478	1,492	1,501
Géraniol	17,80	17,46	17,30
Linalol	11,40	11,62	11,80
Citronellol	5,15	5,36	5,52
Alcools totaux	34,35	34,44	34,62
Citronellal	2,28	2,49	2,67
Citral	0,65	0,76	0,91
Aldéhydes totales	2,93	3,25	3,58

La diminution de la teneur en alcools en $C^{10}H^{18}O$ par éthérification au fur et à mesure du développement de la plante normale est constante; cette teneur en ces constituants se maintient, au contraire, rigoureusement constante, à peine plus élevée aux derniers stades végétatifs, chez les pieds infestés par microcryptogame. Il y a parallélisme dans les deux cas, bien qu'à un degré moindre, pour la diminution du taux de géraniol et pour l'accroissement de celui de linalol. Aussi bien pour le végétal sain que pour celui parasité l'on assiste du début à la fin du cycle vital à une augmentation de la valeur exprimant l'alcool en $C^{10}H^{20}O$, valeur toutefois inférieure pour la planté malade. La teneur en aldéhydes totales s'accroît au fur et à mesure que s'affirme le développement des organes foliaires et floraux, davantage accusée chez la plante saine, en augmentation continue jusqu'à la floraison.

René Salgues.

Septembre 1941.

(Fondation Salgues de Brignoles (Var) pour le développement des sciences biologiques).

SUR LA COMPOSITION DES VITESSES

Les partisans de la relativité se plaisent à dire qu'Einstein a soumis à une analyse profonde les notions d'espace et de temps. L'auteur de la théorie de la relativité a négligé cependant d'étudier à fond, au préalable, les lois de la composition des vitesses, puisque sa théorie se trouve basée sur une entorse donnée à ces lois, lorsqu'il affirme que la vitesse de la lumière dans l'espace vide est toujours constante en ce sens qu'elle n'est influencée ni par le mouvement de la source dont elle émane, ni par le mouvement du récepteur vers lequel elle se dirige.

Après avoir ainsi faussé, en admettant ce postulat, l'énoncé du théorème de la composition des vitesses, il arrive à la nouvelle formule

$$W = \frac{v + V}{1 + \frac{vV}{c^2}} \qquad (1)$$

laquelle, lorsqu'on fait $V = c$, conduit naturellement au postulat de départ, à savoir que $v + c = c$.

Avant de formuler de telles prétentions à l'égard de la règle de la composition des vitesses, on aurait dû commencer par l'étude approfondie de son théorème. C'est ce travail que nous allons essayer de faire dans les pages qui suivent.

Considérons un rayon lumineux, émis par A et reçu, après un temps t, par un récepteur B. Peu importe que le corps lumineux qui est à

A B C

l'origine du rayon A soit en mouvement ou au repos par rapport à B. Ce qui est absolument fixe, c'est le point de départ A de ce rayon au moment où il quitte la source, étant donné que le mouvement de celle-ci n'a aucune influence sur celui du rayon qu'il émet. La distance AB est comptée alors évidemment à partir de ce point d'origine. Si B est aussi immobile à son tour, cette distance reste invariable, mais si nous supposons B en mouvement et fuyant devant A, lorsque ce rayon arrivera en B, celui-ci n'est plus en cette place-là, mais se trouve en C. Pour atteindre l'objectif, il faut par conséquent que le rayon A fasse un trajet supplémentaire BC. Le rayon sera reçu par le récepteur, dit la théorie classique, avec un certain retard, θ, donc dans un temps $t + \theta$ et elle exprime ceci en disant que la vitesse du rayon A par rapport à B est plus petite que c et égale à $c - v$, lorsque B s'éloigne de A avec la vitesse v. La théorie de la relativité affirme au contraire qu'il n'y aura guère de retard pour un observateur intérieur à B ou simplement pour B, bien qu'un observateur extérieur constatera un tel retard et ceci, en vertu du fameux postulat de la constance de la vitesse de la lumière dans le vide.

En effet, Einstein considère un signal lumineux qui part du centre d'une chambre en mouvement et deux observateurs, l'un à l'intérieur, l'autre à l'extérieur. Les deux hommes suivent la propagation de ce signal vers les deux murs opposés de cette chambre (*voir* plus loin, l'exposé textuel d'Einstein). Pour l'observateur extérieur, les deux murs seront atteints par les signaux lumineux successivement, tandis que pour l'observateur intérieur, ils le seront simultanément.

Dans cet exemple, désignons A le signal lumineux lancé du centre de la chambre, B le mur qui fuit le signal. Si la chambre était immobile, l'arrivée des signaux aux murs serait simultanée pour les deux observateurs à la fois; mais comme la chambre se meut, pendant que l'observateur intérieur continue à voir, selon Einstein, les deux signaux arriver simultanément aux deux murs opposés, donc sans aucun retard dans la propagation de A à B, l'observateur extérieur voit le signal A rejoindre B un peu plus tard que si B était resté au repos.

Mais, me dira-t-on, c'est bien ainsi que les choses doivent se passer effectivement. Einstein n'a-t-il pas démontré la relativité de la simultanéité lorsqu'on était en présence de deux groupes d'observateurs en état de mouvement relatif? Cet auteur n'en a-t-il même pas donné la preuve par l'exemple de la chute de deux éclairs observés par un observateur au repos sur une voie de chemin de fer et par un autre en mouvement dans un train lancé sur cette voie. Les chutes des deux éclairs, simultanées pour le premier, étaient successives pour le second, de même que l'arrivée des deux signaux aux murs de la chambre, simultanée pour l'un, est successive pour l'autre. Evidemment, mais il n'y a aucune comparaison possible entre ces deux exemples. Dans le premier, il s'agit de deux évènements que l'observateur fixe voit simultanément, à condition qu'il occupe juste le milieu de la distance qui sépare ces événements. C'est d'ailleurs la condition posée par Einstein. Par contre, l'observateur du train, qui se déplace, va à l'encontre du signal avant et fuit le signal arrière; l'observateur fixe de la voie constate en effet que les choses se passent bien ainsi pour le physicien en mouvement, comme son collègue qui assistait à l'expérience de la chambre voyait également que le mur antérieur fuyait devant le signal, tandis que le mur postérieur allait vers

celui-ci. L'observateur fixe du train va conclure que l'un des rayons atteindra son objectif (l'œil du voyageur) avant l'autre et cette conclusion sera confirmée par ce physicien en mouvement, qui déclarera qu'il a perçu les signaux successivement; l'observateur fixe de la chambre va également inférer que l'un des deux rayons terminera sa course avant l'autre, mais sa conclusion sera contredite, de l'aveu même d'Einstein, par le physicien en mouvement, puisque pour celui-ci, les deux rayons atteindront leurs objectifs simultanément.

Nous avons expliqué ailleurs[1] ce qu'il faudrait penser de la pseudodémonstration d'Einstein de la dislocation des simultanéités par le fait du mouvement. Nous avons montré dans ce travail la vraie cause de cette dislocation de la simultanéité pour le voyageur du train, par suite du fait que le sujet, au lieu de se conformer à la condition posée par Einstein, se trouve, au moment de la réception des deux signaux, non pas juste au milieu de la distance qui sépare leurs points de départ, mais plus près de l'un de ces points. Quant au problème de l'expérience de la chambre, nous en donnerons la solution exacte plus loin Pour l'instant, poursuivons notre discussion.

Soient maintenant aux points B et C deux récepteurs immobiles par rapport à A. L'observateur en C, qui se trouve de A plus loin que B, recevra le signal un peu plus tard que celui de B. Supposons que B commence à se mouvoir vers C et qu'il vienne passer à côté de ce dernier juste au moment où celui-ci reçoit le signal. L'observateur en B recevra-t-il ce signal en même temps que C? Si nous suivons le raisonnement de la relativité, il ne le recevra pas.

En effet, au moment du départ du signal, B était plus près de celui-ci et il devrait le recevoir avant C; mais comme ce récepteur B est en mouvement et que le mouvement du récepteur ne doit entraîner aucun retard dans la transmission du signal; autrement dit, comme la vitesse du signal ne doit jamais être influencée par celle du récepteur, B doit recevoir le signal avant C, bien que B et C se trouvent côte à côte. B et C ne sont d'ailleurs pas interchangeables, la réciprocité du mouvement n'existant pas pour eux, puisque c'est la distance AB qui varie et non pas AC.

La relativité n'applique donc pas pour le signal lumineux A la formule de composition des vitesses $c - v$ que nous avons donnée plus haut, ce qui conduit à la contradiction ci-dessus : deux observateurs qui se trouvent côte à côte ne reçoivent pas simultanément le même signal.

Il importe donc que nous examinions le théorème de la composition des vitesses.

Lorsqu'on nous enseigne que la vitesse du boulet dépend de celle du canon, c'est-à-dire de celle de sa source, qu'est-ce que cela veut dire? Supposons le canon immobile; si nous disons qu'il lance un boulet avec une vitesse v, à quoi rapportons-nous cette vitesse du boulet? D'abord au système de référence fondamental, c'est-à-dire à la terre; ensuite au canon même, puisque celui-ci, par suite de son immobilité, se trouve lié à la terre. Admettons maintenant que notre canon se meuve avec une vitesse V, pendant qu'il lance le même boulet que tout à l'heure. Quelle est cette fois-ci la vitesse du boulet? La théorie nous dit que sa vitesse dépend de celle de sa source; elle doit donc être égale à $v + V$, mais, il ne faut pas oublier, rapportée toujours au système de référence fondamental : la terre. Si nous la rapportons au canon, cette vitesse garde sa valeur antérieure v; en effet, la vitesse (absolue) du boulet est $v + V$, mais, d'autre part, le canon court après le boulet avec la vitesse V; la vitesse relative du boulet par rapport au canon ne peut être que la différence de ces deux valeurs $v + V - V = v$. Ainsi, la vitesse du boulet dépend de celle de sa source ou n'en dépend pas suivant que cette vitesse est rapportée à la terre ou au canon.

La relativité affirme que la vitesse de la lumière ne dépend ni de celle de sa source, ni de celle du récepteur. La première partie de ce postulat ayant été expliquée par l'exemple du canon et du boulet, il nous en reste la deuxième partie à examiner.

Que faut-il entendre lorsqu'on dit que la vitesse d'un mobile ne dépend pas de celle du récepteur?

Supposons Achille aux pieds légers qui court après la paresseuse Tortue, restée immobile quelque part au milieu du champ. Si nous disons que la vitesse d'Achille est W, à quoi rapportons-nous cette vitesse? Nous la rapportons d'abord, bien entendu, comme auparavant, au système de référence fondamental, la Terre. Ensuite nous la rapportons aussi à la Tortue qui est supposée immobile, donc solidaire à la Terre. Admettons maintenant que la Tortue elle-même commence à courir devant Achille avec la vitesse w. La vitesse d'Achille dépend-t-elle, oui ou non, de celle de la Tortue? Evidemment non, si on la rapporte à la Tortue. Nous pourrions donc affirmer, à l'exemple d'Einstein, que la vitesse d'Achille (rapportée à la terre), est constante et toujours la même. Supposons maintenant que la distance qui sépare Achille

1. J. Sivadjian : Le Temps, étude philosophique, physiologique et psychologique. Paris, 1938, ch. XI, p. 257.

de la Tortue soit AB. Si la Tortue est immobile, Achille franchira cet intervalle dans un temps t. Mais si la Tortue fuit devant Achille avec la vitesse w, le héros ne la trouvera plus en B, lorsqu'il sera arrivé à cet endroit, puisque l'animal n'y sera plus. Il devra donc faire un chemin supplémentaire pour la rejoindre, ce qui exigera le temps $t + \theta$. Achille atteindra donc la Tortue *avec un certain retard*, ce que l'on exprime, ainsi que nous l'avons expliqué plus haut, en disant que la vitesse d'Achille, rapportée à la Tortue, n'est plus W, mais diminuée de la vitesse w de la Tortue, c'est-à-dire $W - w$. Donc, dans ce cas là, la vitesse d'Achille dépend bien de celle de la Tortue. Et quoi qu'en disent les relativistes, le cas de la lumière est absolument comparable à celui de l'exemple précédent, puisque l'observateur extérieur dans l'exemple d'Einstein (*voir* plus loin) peut dire : « C'est pourquoi le mur qui fuit sera rejoint par le signal lumineux *un peu plus tard* que le mur qui s'en approche. »

Après ces explications nécessaires, étudions de plus près la démonstration d'Einstein relative au nouveau théorème de la composition des vitesses et examinons ses arguments d'après les textes mêmes.

Considérons avec cet auteur un train en marche avec la vitesse constante v. « Supposons qu'un homme se déplace dans un wagon dans le sens de sa longueur et par conséquent dans le même sens que le train avec une vitesse w. Quelle est sa vitesse W par rapport à la voie du chemin de fer ? La seule réponse possible semble découler de la considération suivante :

« Si le voyageur restait immobile pendant une seconde, il se déplacerait pendant ce temps par rapport à la voie d'une longueur v égale à la vitesse du train. Mais en réalité, du fait de son mouvement propre, il parcourt en outre, pendant cette seconde, par rapport au wagon et par conséquent par rapport à la voie, une longueur w égale à la vitesse de sa marche. Au total, il parcourt donc pendant cette seconde relativement à la voie une longueur

$$W = v + w.$$

« Nous verrons plus tard que ce raisonnement, qui s'appelle dans la Mécanique classique le *théorème de la composition des vitesses*, n'est pas rigoureux, et, par conséquent, que ce théorème n'est pas vérifié en réalité [1]. »

« Considérons, au lieu du voyageur en marche dans le wagon, un point mobile par rapport au système de coordonnées K' suivant la loi

$$x' = wt'.$$

« Nous pouvons exprimer x' et t' en fonction de x et t d'après la première et la quatrième égalité de la transformation de Galilée. On obtiendra ainsi

$$x = (v + w)\, t.$$

« Cette égalité donne la loi du mouvement du point par rapport au système K (du voyageur par rapport à la voie). Nous désignons la vitesse de ce point dans ce mouvement par W et nous obtenons, comme au chapitre VI,

$$\text{(A)} \qquad W = v + w.$$

« Nous pouvons faire un raisonnement tout à fait analogue en nous appuyant sur la théorie de la relativité. Il suffit de remplacer dans l'égalité

$$x' = wt'$$

x' et t' par leurs valeurs tirées de la première et quatrième égalité de la transformation de Lorentz. On obtient ainsi au lieu de l'égalité (A) l'égalité

$$\text{(B)} \qquad W = \frac{v + w}{1 + \frac{vw}{c^2}}$$

qui traduit dans la théorie de la relativité le théorème de la composition des vitesses pour des vitesses de même direction [1]. »

Pour établir l'expression (B), Einstein utilise donc les formules de la transformation de Lorentz, lesquelles ne sont obtenues qu'en admettant la constance de la vitesse de la lumière. Sans cette hypothèse, on n'eut pas eu les égalités de la transformation lorentzienne et sans ces égalités, la formule B eût été inexistante.

Puis, Einstein conclut : « il suit en outre que la vitesse de la lumière V ne peut pas être modifiée si elle est composée avec une vitesse qui lui est inférieure. On a dans ce cas

$$U = \frac{v + w}{1 + \frac{w}{v}} = v \text{ ».}^{2}$$

Evidemment, les vitesses qui entrent dans la formule d'Einstein, c'est-à-dire les mesures de l'espace et du temps, dont le quotient fournira ces vitesses, sont choisies de telle façon que la vitesse de la lumière soit constante, puisqu'on les a tirées des équations de Lorentz, lesquelles sont basées sur le postulat d'Einstein sur l'indépen-

1. La théorie de la relativité restreinte et généralisée (Mise à la portée de tout le monde), par A. EINSTEIN, trad. J. ROUVIÈRE. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1921, ch. VI, p. 14.

1. *Ibid*, ch. XIII, p. 33.
2. Sur l'électrodynamique des corps en mouvement, par A. EINSTEIN, trad. M. SOLOVINE. Paris, 1925, p. 25.

dance de la vitesse de la lumière de celles de la source et du récepteur. Rien d'étonnant par conséquent qu'en introduisant dans la formule (B) la vitesse de la lumière V, on retombe sur le postulat du départ qui affirme qu'on ne peut pas composer la vitesse de la lumière avec aucune autre vitesse.

Quelques auteurs ont voulu démontrer que les formules de Lorentz ne sont pas liées nécessairement à cette propriété de la lumière et qu'elles peuvent être établies sans faire appel au postulat d'Einstein. Toutefois, ils reconnaissent aussitôt que ces formules ne peuvent avoir d'application que si l'on parvient à démontrer par l'expérience ledit postulat ou qu'on l'admet au moins *à priori* [1].

D'autre part, en discutant le théorème de la composition des vitesses, Einstein donne, pour des vitesses de même direction, des valeurs qui s'ajoutent [2], tandis que Sesmat les retranche et il n'ajoute ces valeurs que lorsque les vitesses sont orientées en sens contraires [3]. Quelle solution choisir et à qui donner raison ?

En réalité, ainsi que nous avons vu dans les pages précédentes, il y a deux lois distinctes de la composition des vitesses. Le cas de la vitesse de la lumière par rapport au wagon est analogue à celui du mouvement de la Tortue relativement à Achille, où il s'agit de deux mobiles dont les mouvements sont totalement indépendants l'un de l'autre. Einstein confond ces deux cas bien distincts lorsqu'il compare le rayon lumineux au voyageur du train. D'ailleurs, tout en admettant que les deux mobiles (voyageur et train dans un cas, rayon de lumière et train dans l'autre) se déplacent dans le même sens, cet auteur additionne leurs vitesses dans le premier exemple et les retranche dans le second [4]. Ceci montre bien que les deux cas ne sont pas du tout comparables. Le cas du voyageur du train doit être rapproché de celui du boulet lancé par un canon. Si celui-ci reste immobile, il s'identifie avec la terre. La vitesse du boulet lancé par un tel engin et évaluée par rapport à la terre, est V. Faisons maintenant marcher ce même canon avec la vitesse uniforme v. S'il lance ce même boulet, la vitesse de ce dernier ne doit pas changer par rapport à lui; mais comme cette fois-ci on a deux systèmes de référence en état de mouvement relatif de vitesse v, si le boulet garde vis-à-vis du canon, dont il est issu, sa vitesse initiale, quelle sera sa vitesse par rapport à la terre, c'est-à-dire sa vitesse mesurée de la terre ? Ou bien, en se reportant à l'exemple d'Einstein, si le voyageur marche avec la vitesse v dans le train, lequel se déplace avec la vitesse V par rapport à la voie, quelle sera la vitesse de ce même voyageur par rapport à cette voie ? Evidemment, elle sera $V + v$; mais selon Einstein, au lieu de cette addition pure et simple, on doit avoir

$$\frac{V + v}{1 + \frac{vV}{c^2}}.$$

Or, la nouvelle vitesse du boulet par rapport à la terre est une valeur parfaitement mesurable de ce même système et tout à fait exactement comme lorsque le canon était au repos. Le fait d'avoir mis celui-ci en marche ne change en rien des procédés de mesure de la vitesse du boulet par rapport au sol et il est bien évident que, sans même savoir la vitesse, dont le canon se meut, sans même qu'il soit nécessaire que nous sachions l'existence de ce canon, il nous est tout à fait possible de mesurer, du sol où nous sommes, la vitesse du boulet relativement à ce sol, si bien que quand tout à l'heure la distance parcourue par ce projectile était de v mètres par seconde, cette fois-ci elle sera de $v + V$ mètres dans le même laps de temps, et cette distance, nous le répétons, qui nous donne $v + V = W$, nous pouvons la déterminer par nos propres étalons de mesure, sans avoir nul besoin de connaître l'existence du canon, ni la valeur de sa vitesse. On se demande alors comment les formules de Lorentz pouvaient y intervenir ? Pour cela en effet il faut que la vitesse de l'autre système nous soit connue.

En résumé, la règle de la composition des vitesses doit être appliquée de façons bien distinctes selon les deux cas suivants :

1° Connaissant la vitesse de A par rapport à K', et la vitesse de K' par rapport à K, on veut savoir la vitesse de A par rapport à K. Ainsi a été procédé dans l'exemple ci-dessus, dans lequel la vitesse du boulet par rapport au canon et la vitesse de celui-ci par rapport à la terre étant connues, nous avons cherché à calculer la vitesse du boulet relativement à la terre.

2° Connaissant la vitesse de A et de K' par rapport à K, on veut savoir la vitesse de A par rapport à K'. C'est ainsi que, possédant la vitesse d'Achille et de la Tortue (ou de la lumière et du wagon) par rapport au sol, on cherche à obtenir la vitesse d'Achille relativement à la Tortue (ou celle de la lumière par rapport au wagon). Dans

1. Voir J. Sivadjian : La vitesse de la lumière et les formules de Lorentz. *Revue gén. des sciences*, t. 51, 1941, p. 187.
2. A. Einstein : La théorie de la relativité, ch. VI, p. 14.
3. Les Systèmes privilégiés de la physique relativiste. Exposé méthodique et critique des théories d'Einstein, par Augustin Sesmat. Paris, Hermann et Cie, éd., 1936, Art. III, § 25, p. 76.
4. A. Einstein, *Ibid*, ch. VII, p. 16.

cette deuxième circonstance, la vitesse de A par rapport à K', c'est-à-dire la vitesse résultante cherchée, n'est jamais mesurée directement ni de l'intérieur de K', ni de l'intérieur de K. Dans la première circonstance au contraire la vitesse de A est mesurable aussi bien de K' que de K. La proposition d'Einstein : « Supposons que dans le système k, qui se meut le long de l'axe X du système K avec une vitesse v, un point se déplace... On cherche le mouvement de ce point relativement au système K[1]. » est donc bien vague et ne tient pas compte de l'existence de ces deux cas distincts. D'autre part, l'égalité $W = w + v$ est une formule qui ne dit rien des directions des deux vitesses w et v à composer, ni par conséquent de la circonstance où elle est appliquée. Si les deux vitesses dépendent l'une de l'autre, alors dans cette formule $w + v$, elles sont du même sens. Que leur somme fût bien égale à W et non pas à

$$\frac{W}{1 + \frac{vw}{c^2}}$$

nous l'avons démontré par le fait que pour mesurer cette valeur de la vitesse résultante, nous n'avons nul besoin du système S' et que nous pouvons la faire directement du système S. Si les deux vitesses sont indépendantes l'une de l'autre, alors dans l'expression $w + v$ les deux vitesses sont en sens opposés; mais, cette fois-ci, au lieu de la vitesse résultante W, ce sont les deux composantes w et v qui sont mesurées directement du système S, sans le concours de S' et sans même qu'il y ait possibilité de la faire de S'. Donc, là aussi l'occasion nous échappe de faire intervenir les transformations de Lorentz dans le calcul de la vitesse résultante W.

Voici en bref quels sont les règles exactes de la composition des vitesses et dans quelles conditions celles-ci s'ajoutent ou se retranchent : supposons que dans un wagon en marche, de vitesse v, un homme se dépace, avec la vitesse w, dans le sens du mouvement de cette voiture; sa vitesse résultante, disons-nous, est $w + v$; si ce voyageur se dirige dans le sens contraire, nous admettons que sa vitesse est $w - v$. Mais par rapport à quoi faisons-nous ces calculs ? Par rapport à la terre. Si, devant ce même train une automobile roule dans la même direction que celui-ci avec la vitesse V, cette fois-ci, lorsque nous disons que la vitesse de l'automobile est $V - v$, nous l'évaluons par rapport au train et non pas par rapport à la terre et nous faisons ainsi notre calcul, parce que devant le train, dont la vitesse, rapportée à la terre, est v, notre automobile fuit avec une vitesse V, mesurée également par rapport à la terre. Dans le premier cas, la règle de la composition des vitesses est donc appliquée de façon à en rapporter le résultat au système de référence fondamental et alors nous additionnons les vitesses lorsqu'elles sont dirigées dans le même sens; dans le deuxième cas, nous appliquons la règle en question de manière à rapporter le résultat à l'un des mobiles et, cette fois-ci, bien que les vitesses soient dirigées encore dans le même sens, nous les retranchons au lieu de les additionner.

En somme, si nous appliquons la règle de la composition des vitesses entre deux mobiles qui se déplacent indépendamment l'un de l'autre, nous opérons une soustraction si les deux corps se meuvent dans le même sens; mais si les mouvements des deux mobiles ne sont pas indépendants l'un de l'autre, nous faisons une addition des vitesses dans la même circonstance. Inversement, lorsque les mobiles sont dirigés en sens contraires, leurs vitesses s'ajoutent quand il n'y a aucun rapport entre elles; celles-ci se retranchent dans le cas contraire.

Mais continuons l'examen des textes.

« Supposons que, poursuit Einstein dans un autre endroit, nous soyons assis dans une chambre si isolée du monde extérieur que l'air ne peut ni y pénétrer, ni s'en échapper. Si nous ne bougeons pas et causons, nous produisons, au point de vue physique, des ondes sonores, qui se propagent de leur source au repos avec la vitesse du son dans l'air. S'il n'y avait pas d'air, ou un autre milieu matériel, entre les interlocuteurs, ils ne pourraient percevoir aucun son. L'expérience a montré que la vitesse du son dans l'air est la même dans toutes les directions s'il n'y a pas de vent et si l'air dans le SC choisi est immobile.

« Supposons maintenant que notre chambre se meuve dans l'espace uniformément. Un homme qui se trouve au dehors voit par les murs en verre de la chambre en mouvement (ou du train, si vous préférez) tout ce qui se passe à l'intérieur. Des mesures effectuées par l'observateur à l'intérieur, il peut déduire la vitesse du son par rapport à son SC lié au milieu environnant, relativement auquel la chambre se meut. Ici se présente de nouveau le vieux problème, beaucoup discuté, de la détermination de la vitesse dans un SC, si elle est déjà connue dans un autre.

« L'observateur de la chambre déclare : la vitesse du son est, pour moi, la même dans toutes les directions.

« L'observateur extérieur déclare : la vitesse

1. A. EINSTEIN : Sur l'électrodynamique des corps en mouvement, p. 24.

du son qui se propage dans la chambre en mouvement n'est pas, d'après les observations dans mon SC, la même dans toutes les directions. Elle est plus grande que la vitesse normale du son, dans la direction du mouvement de la chambre, et plus petite, dans la direction opposée. »[1]

Remarquons ici que d'après Einstein même, l'observateur extérieur n'a pas le moyen de mesurer directement la vitesse du son dans la chambre; il doit demander ce renseignement à l'observateur intérieur et ce n'est que d'après sa réponse qu'il peut déduire la vitesse du son par rapport à son SC lié au milieu environnant. C'est qu'en réalité le son reste enfermé dans la chambre qu'il ne quitte jamais. Pour que l'observateur extérieur puisse mesurer lui-même la vitesse du son, il eut fallu que celui-ci sorte de la chambre et qu'il lui parvienne. Mais alors, ainsi que nous allons l'expliquer plus loin, c'est la chambre tout entière qui serait assimilée à une source émettant du son dans le milieu environnant qui, lui, ne participe pas au mouvement de cette source et qui reste aussi immobile par rapport à l'observateur. Ce que ce dernier mesurerait alors, serait tout simplement la vitesse normale du son.

Mais Einstein, qui ne l'entend pas ainsi, fait un rapprochement entre la propagation du son et celle de la lumière et, supposons, dit-il, pour le moment que l'éther soit entraîné par une chambre analogue qui se meut avec sa source lumineuse rigidement liée à elle.

« Si de la source lumineuse rigidement liée à ma chambre en mouvement je fais partir un signal lumineux, il se propagera, comme il est établi expérimentalement, avec la vitesse de 300.000 kilomètres par seconde. Mais l'observateur extérieur observera le mouvement de la chambre et, par suite, celui de la source; et puisque l'éther est entraîné, sa conclusion doit être celle-ci : la vitesse de la lumière dans mon SC extérieur est différente dans les différentes directions. Elle est plus grande que la vitesse normale, dans la direction du mouvement de la chambre, et moins grande, dans la direction opposée. Notre conclusion est : si l'éther est entraîné par la chambre qui se meut avec sa source lumineuse et si les lois de la mécanique sont valables, alors la vitesse de la lumière doit dépendre de la vitesse de la source lumineuse. La lumière qui nous parvient d'une source lumineuse en mouvement devrait avoir une vitesse plus grande, si la source se meut vers nous, et moins grande, si elle s'éloigne de nous. »[2].

Or, nous avons vu plus haut que cette conclusion de l'observateur extérieur était valable pour le son, qui ne lui parvenait pas, mais dont la vitesse était simplement calculée par lui d'après les renseignements qu'il tenait du physicien de la chambre. Einstein veut appliquer maintenant cette conclusion au cas où les ondes (sonores et lumineuses), traversant les parois de leur chambre, pénètrent dans le milieu environnant immobile. Inutile de dire que dans ce cas, la chambre tout entière se trouvera assimilée à une source rayonnant dans un milieu ne participant pas au mouvement de cette source.

En effet, supposons qu'une étoile s'approche ou s'éloigne de nous avec une vitesse quelconque et que cette étoile entraîne avec elle un certain volume d'éther qui l'enveloppe. Cet éther forme autour de l'étoile une sphère d'une épaisseur déterminée. Les rayons issus de la surface de l'étoile se propagent en tous sens dans cette sphère qui les entraîne totalement. Mais dès que ces rayons, en quittant l'éther mobile circumstellaire, pénètrent dans l'éther immobile, ils cessent de participer au mouvement de la source et leur vitesse en devient désormais indépendante. Tout se passe comme si la surface rayonnante était, non pas celle de l'étoile elle-même, mais la surface qui se trouve à la limite de la couche d'éther entraîné. En somme c'est l'ensemble formé par l'étoile et la couche éthérée enveloppante qui se comporte comme une source, elle-même plongée dans un milieu ne participant pas au mouvement de cette source. Donc, la mesure de la vitesse de la lumière émise par une étoile en mouvement par rapport à nous ne peut nullement nous renseigner sur la participation de la lumière au mouvement de l'éther, ni par conséquent sur l'entraînement de celui-ci par la source émettrice. Si la surface de séparation entre les couches entraînée et non entraînée n'est pas parfaitement nette et bien délimitée[1, 2], cette particularité ne doit rien changer au fait que nous venons d'exposer.

Parmi les nombreuses expériences qui ont été effectuées pour la mise en évidence du mouvement de la Terre, il convient de signaler celles de E. Esclangon qu'il a faites à Strasbourg et à Paris sur les lois de la réflexion et leur relation éventuelle avec le mouvement de la Terre dans l'espace. Les deux expériences qui n'ont pas été réalisées dans des conditions absolument identiques, lui ont paru donner des résultats plutôt

1. A. Einstein et L. Infeld : L'évolution des idées en Physique, trad. M. Solovine. Paris, 1938, Ch. III, p. 161.
2. *Ibid*, p. 164.

1. E. Brylinski : L'entraînement de l'éther et l'aberration des étoiles, *C. R. Acad. Sc.*, t. 179, 1924, p. 1034.
2. Les axiomes de la Mécanique. Examen critique. Note sur la propagation de la lumière, par Paul Painlevé. Paris, Gauthier-Villars et Cie, éd., 1922, p. 93.

contradictoires. Mais en ne retenant que ceux de la dernière en date et qui étaient négatifs en ce qui concerne l'influence du mouvement de la terre sur le phénomène envisagé, cet auteur conclut que, réalisées avec des sources terrestres, de telles expériences ne peuvent fournir aucune indication utile quant à l'invariance de la vitesse de la lumière. Il admet cependant qu'il pourrait ne pas en être ainsi avec des sources extraterrestres [1]; il invoque à ce sujet l'observation des étoiles doubles, à éclipses notamment, qui indiquent, dit-il, d'une façon assez nette, que la vitesse de la lumière est indépendante de celle de la source. « Il serait utile, ajoute cet auteur, et ce n'est sans doute pas absolument irréalisable, bien que difficile, d'instituer des méthodes directes d'observation de la vitesse de la lumière provenant d'étoiles, ou mieux des mesures différentielles par rapport à des sources terrestres. Il ne semble pas évidemment que la vitesse d'une source lumineuse puisse s'ajouter purement et simplement à celle de la lumière qui en émane. » [2]

Mais, à part cette addition pure et simple des deux vitesses, à l'exemple de celles d'une pierre lancée d'une voiture en marche et de cette même voiture, addition qui doit d'ailleurs être exclue *a priori* dans la théorie ondulatoire classique de la lumière, il y a celle qui résulte de l'entraînement même des ondes lumineuses par le milieu environnant, à la manière des ondes sonores. Les expériences de Michelson n'avaient du reste d'autre but que de mettre en évidence ce vent d'éther à la surface terrestre. On a vu plus haut que cette démonstration de l'invariance de la vitesse de la lumière à l'aide des sources extraterrestres, suggérée par Esclangon, n'est pas possible pour les raisons que nous avons données plus haut.

Revenant encore une fois aux textes d'Einstein, voici des raisonnements de ce dernier que pourraient très bien reprendre à leur compte la Tortue et le Spectateur de sa course (voir plus haut) :

« Une fois de plus nous voulons nous servir de la chambre en mouvement et des observateurs à l'intérieur et à l'extérieur. De nouveau un signal lumineux est lancé du centre de la chambre. De nouveau nous demandons aux deux hommes ce qu'ils s'attendent à observer, en supposant seulement nos deux principes et en oubliant ce qui a été dit antérieurement concernant le milieu à travers lequel la lumière se propage. Nous citons leurs réponses :

« *L'observateur intérieur* : Le signal lumineux qui se propage du centre de la chambre atteindra les murs simultanément, puisque ceux-ci sont également distants de la source lumineuse et que la vitesse de la lumière est la même dans toutes les directions.

« *L'observateur extérieur* : Dans mon système la vitesse de la lumière est exactement la même que dans celui de l'observateur se mouvant avec la chambre. Il est sans importance pour moi de savoir si, oui ou non, la source lumineuse se meut dans mon SC, puisque son mouvement n'a aucune influence sur la vitesse de la lumière. Ce que je vois, c'est un signal lumineux qui se propage avec une vitesse, toujours la même, dans toutes les directions. L'un des murs fuit le signal lumineux et le mur opposé s'en approche. C'est pourquoi le mur qui fuit sera rejoint par le signal lumineux un peu plus tard que le mur qui s'en approche [1]. »

D'après ces raisonnements, un spectateur de la course d'Achille et de la Tortue dirait : « Je vois la Tortue fuir devant Achille. Ce dernier ne pourra pas l'atteindre aussi vite que si l'animal était au repos. » Mais la Tortue n'aurait pas le droit d'avoir cette conviction et cette tranquillité d'esprit. Elle devrait se dire : « Bien que je fuie devant Achille, cette fuite ne me sert à rien, puisque la vitesse d'Achille par rapport à la terre ne dépend pas de la mienne et que, par conséquent, il m'atteindra aussi vite que si je ne bougeais pas. »

On a vu que l'exemple que nous donnons est celui du fameux argument de Zénon d'Elée, pour la réfutation de la réalité du mouvement. Le célèbre éléate niait en effet l'existence du mouvement en disant que quelle que soit la lenteur de la Tortue, Achille ne l'atteindra jamais. Einstein, ralliant ainsi les sophistes, prétend au contraire que quelle que soit la vitesse de la Tortue, le héros l'atteindra toujours avec la même rapidité. En effet, cette théorie de l'indépendance de la vitesse de la lumière de celle du récepteur est la négation pure et simple du mouvement de propagation de la lumière, car cela revient à dire que quelle que fût la distance atteinte par le récepteur mobile par rapport à l'origine d'un rayon, celui-ci mettrait toujours le même temps pour lui parvenir; ce serait donc admettre que la vitesse de la lumière est infinie.

Mais cet exemple de la chambre en mouvement vaut la peine d'être étudié de plus près.

Soit une chambre en mouvement. Du milieu

1. Ernest ESCLANGON : La Notion du Temps. Temps Physique et Relativité ; la dynamique du point matériel. Paris, Gauthier-Villars et Cie, éd., 1938, p. 13. — Les bases logiques de la définition physique du temps. *Revue Scientifique*, t. 73, 1935, p. 773 ; *C. R. Acad. Sc.*, t. 185, 1927, p. 1593; t. 200, 1935, p. 1165.
2. E. ESCLANGON : La Notion de Temps, p. 17.

1. EINSTEIN et INFELD, id., p. 174.

de cette chambre un observateur lance un signal sonore, dont les ondes se propageront dans la direction du mouvement, vers la paroi antérieure de cette chambre comme aussi dans la direction opposée, c'est-à-dire vers la paroi postérieure. Près de chacune de ces parois se trouve un homme et nos trois physiciens sont munis de chronomètres très bien réglés. Supposons que la vitesse de la chambre, rapportée à la Terre, soit v. Cette chambre entraîne en outre l'air contenu dans son intérieur. La vitesse du son pour l'observateur du milieu est w et, à cause de l'entraînement de l'air, elle est la même dans les deux directions opposées. Pour des raisons identiques, cette vitesse est également w par rapport aux parois et aux observateurs qui se trouvent près de celles-ci. Lorsque ces observateurs, après avoir marqué l'heure de l'arrivée du signal sonore, transmettent cette heure à leur collègue du milieu, ce dernier constatera que tous les deux ont enregistré la même heure. Les signaux sont donc arrivés simultanément aux deux parois, dont l'une se meut dans le sens de la propagation de l'onde sonore, l'autre dans le sens opposé. Le physicien du milieu peut encore constater cette simultanéité par un autre moyen. Il peut poser près de ces parois deux appareils réflecteurs qui vont lui renvoyer le signal. Les ondes sonores, parties simultanément du milieu, arriveront en même temps, comme nous l'avons vu, aux parois, s'y réfléchiront et feront retour à leur point de départ simultanément. Par cet artifice, l'observateur du milieu, sans avoir besoin du concours de personne, constatera la simultanéité de l'arrivée des signaux aux parois.

Maintenant, dans la même chambre, au lieu du signal sonore, lançons un signal lumineux qui, par hypothèse, n'est pas entraîné par le milieu. S'il était entraîné, son cas serait d'ailleurs identique à celui du signal sonore. S'il n'est pas entraîné, voici alors ce qui se passe : comme la paroi antérieure de la chambre, avec son observateur, fuit le rayon de lumière, avec la vitesse v de cette chambre, la vitesse du rayon dans le sens du mouvement de la chambre et par rapport à cette paroi est $c-v$; pour la paroi postérieure et son observateur, qui vont vers le rayon avec cette même vitesse v, la vitesse du rayon est $c+v$. Donc, malgré l'affirmation d'Einstein (d'après ce dernier, cette fuite de la paroi devant le rayon est observée et constatée par l'observateur extérieur, mais pas par l'observateur intérieur), l'observateur postérieur recevra le rayon avant l'observateur antérieur. L'heure qu'ils marqueront et transmettront à leur collègue du milieu ne sera plus la même. Mais supposons, comme tout à l'heure, que l'observateur du milieu veuille lui-même savoir, sans le concours de ses collègues, comment ses signaux arriveront aux deux parois. Il lui faudra alors placer à ces deux endroits des miroirs qui, après réflexion, vont lui renvoyer les signaux.

Mais alors, il arrivera ceci que sur le chemin de retour les vitesses des deux rayons seront interverties. Le rayon qui vient de la paroi postérieure court après l'observateur du milieu, lequel fuit devant ce rayon. Sa vitesse est donc $c-v$. L'inverse a lieu pour le rayon venant de la paroi antérieure, dont la vitesse sera par conséquent $c+v$. Par suite de la compensation ainsi produite, les deux rayons, partis ensembles du milieu de la chambre, y retourneront aussi simultanément. Le renseignement que l'observateur du milieu tirera de cette expérience sera différente de ce qu'il avait obtenu de ses deux collègues dans l'expérience précédente. Et s'il n'est pas assez attentif, il pourra en déduire que les deux rayons ont atteint les parois simultanément et conclure avec Einstein que « le signal lumineux qui se propage du centre de la chambre atteindra les murs simultanément, puisque ceux-ci sont également distants de la source et que la vitesse de la lumière est la même dans toutes les directions. »

Joseph Sivadjian,
Docteur ès sciences,
Docteur de la Faculté des Lettres de Paris.

BIBLIOGRAPHIE
ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Guillaume (G. et Ed.). — **Modèles mathématiques des mondes économiques. Exposés d'Economique rationnelle.** — *Actualités scientifiques et industrielles. Hermann et Cie* (*Prix* : 15 *fr.*).

I. L'idée de soumettre les phénomènes économiques à « l'impérialisme du nombre » est déjà ancienne. Après Cournot, Jévons, Walras et l'Ecole de Lausanne, MM. G. et Ed. Guillaume se sont à nouveau attaqués au problème; les procédés qu'ils mettent en œuvre paraissent nouveaux.

Jusqu'à présent on s'était attaché au problème des échanges et à celui de la production; en se plaçant à un point de vue très général, on arrivait à montrer que, sur un marché donné, les prix sont parfaitement déterminés dans l'hypothèse où une certaine fonction appelée « ophélimité » présente un maximum. De son côté, l'étude de la production conduisait au théorème : Les prix de revient des marchandises et des services — ce que MM. Guillaume appellent les « commodités » — sont égaux aux prix d'échange lorsque l'ophélimité est maximum.

L'inconvénient de cette méthode, rendue abstraite par la présence de l'ophélimité, fonction non arbitraire, mais pratiquement indéterminable, était de ne pouvoir se prêter à aucune vérification numérique.

2. *Position du problème.* — MM. Guillaume commencent par poser nettement le problème. Pour eux le problème économique est un problème de *comptabilité* et ils entendent faire de la « *comptabilité analytique* ». L'ensemble des opérations économiques effectuées dans un exercice comptable donné, par exemple une année, se trouve entièrement décrit par les nombres qui figurent dans les comptes de profits et pertes supposés tenus par tous les individus. MM. Guillaume se posent alors la question sous la forme suivante :

« Y a-t-il des lois numériques très simples qui relient l'ensemble de toutes ces comptabilités, écrites ou supposées écrites, enregistrant les opérations économiques faites dans un monde comme le nôtre? ».

3. *Les principes et le théorème général.* — La question est évidemment complexe. Pour essayer d'y répondre, il importe de dégager des principes directeurs. Séduits par les résultats que la physique contemporaine a obtenus grâce au principe de Meyer et à celui de Carnot, MM. Guillaume dégagent à leur tour deux grands principes qui dominent les comptabilités et par suite le monde économique. Le premier, qu'ils intitulent « *Principe de la conservation des flux de commodités* » énonce que la quantité q_h de la commodité H, produite pendant l'unité de temps, se répartit immédiatement et intégralement parmi les diverses entreprises chargées de produire les autres commodités, en comprenant dans ces entreprises les consommateurs eux-mêmes de H, chargés, eux de produire une commodité particulière : le travail humain. C'est ainsi que la quantité de lait produite, pour reprendre l'exemple des auteurs, doit se retrouver dans la somme des quantités distribuées au public, aux chocolateries, aux condenseries, etc...

Le second principe est celui de la « *conservation des flux de valeur* ». Il exprime simplement que le prix de la quantité de la commodité H produite dans l'unité de temps est la somme des prix de toutes les quantités de commodités qui concourent à la confection de q_h, y compris, bien entendu, les salaires et même le bénéfice du chef d'entreprise qui peut être considéré comme un salaire particulier.

Il suffit alors d'exprimer le deuxième principe; on obtient un système *homogène d'équations linéaires* entre les prix; ce système possède un déterminant nul, grâce aux liaisons entre les coefficients qui expriment le premier principe; les prix sont alors parfaitement déterminés à un coefficient numérique près; on détermine ce coefficient en choisissant pour unité le prix d'une commodité déterminée, l'or par exemple. Le théorème général est ainsi démontré, sans l'intervention de la mystérieuse « ophélimité ».

4. *Méthode : les petits modèles.* — Ce théorème général, pour intéressant qu'il soit, ne nous apporterait rien d'essentiellement nouveau, si l'on n'avait la possibilité de restreindre le problème en étudiant des mondes économiques simples. C'est ainsi que l'on est conduit à l'idée des petits modèles, idée dont la fécondité s'est manifestée en mécanique des fluides. Les auteurs avaient déjà étudié dans un ouvrage antérieur[1] trois modèles réduits de mondes économiques. Dans le premier, produisant seulement deux commodités, l'unité de prix était le travail humain par unité de temps; le second adjoignait au premier la production de l'or; le troisième enfin, complétait ce monde en miniature par l'introduction d'un stock d'or faisant l'objet d'opérations d'escompte.

Dans le présent ouvrage, MM. Guillaume partent de ce dernier modèle déjà très évolué puisqu'il nécessite les notions de *banquiers d'intérêt, de couverture de la circulation, de crédit pur.* Ils le complètent en lui adjoignant (chap. 8) une *caisse d'épargne*, « institut chargé de rassembler, dans ses comptes de dépôt et d'épargne, toutes les sommes épargnées par les individus du modèle et de les placer à intérêts, suivant une loi quelconque, dans

1. G. et Ed. Guillaume : Sur les fondements de l'Economique rationnelle. Gauthier-Villars, 1932.

les entreprises productrices pour les faire fructifier. » On serre ainsi de plus près la réalité en donnant droit de cité non seulement aux billets lancés dans la circulation par la banque d'émission et gagés sur le stock d'or (monnaie cinétique), mais encore aux actions et obligations émises par les grands organismes économiques (monnaie potentielle).

5. *Les résultats.* — Il ne faut évidemment pas s'attendre à obtenir des résultats absolument définitifs. L'essentiel est de dégager des modèles successifs un ensemble de lois déjà connues qui paraissent s'accorder convenablement avec les faits, afin d'éprouver la valeur de la méthode, puis d'obtenir ensuite des résultats nouveaux.

Par exemple, le modèle, où fonctionne seul l'institut d'émission, montre l'influence fondamentale de la *vitesse* d'extraction de l'or sur les prix, savoir : dans un monde où les techniques et les mœurs restent constantes, les prix sont proportionnels à la vitesse de production de l'or. D'autre part, moyennant certaines hypothèses, on montre que cette vitesse elle-même est proportionnelle au stock d'or existant, et l'on aboutit à ce « théorème » : la réserve d'or est une fonction exponentielle du temps, résultat en accord avec des statistiques récentes qui ont obtenu un taux de 3 % l'an pour l'accroissement du stock d'or mondial.

Il était alors nécessaire, après avoir dégagé les lois de ce modèle dans l'état de régime, de déterminer ensuite les oscillations autour de l'état d'équilibre. Ces oscillations proviennent évidemment des différences dans les vitesses de production des diverses commodités, c'est-à-dire des différences de rendement. Les entreprises qui ne rationalisent pas suffisamment vont se trouver en difficulté et des crises partielles prendront naissance.

Mais on n'explique pas ainsi des phénomènes de crise générale avec blocage de tous les échanges, comme celui qui a secoué le monde il y a une dizaine d'années.

Grâce à leur dernier modèle, les auteurs arrivent à intégrer ce phénomène dans leur théorie en dégageant la loi fondamentale de l'Epargne-endettement : *Le service des intérêts de l'épargne-endettement exige un accroissement perpétuel de l'endettement frais, qui doit toujours être au moins égal au montant de ces intérêts.* Or, après avoir inconsidérément créé du pouvoir d'achat, le milieu s'est trouvé *saturé* d'endettement et la machine économique s'est bloquée.

Pour remettre la machine en route, MM. Guillaume proposent alors leur solution : transformer dans le plus bref délai le crédit à taux fixe en crédit à taux fonction de certaines possibilités économiques bien déterminées.

On voit tout l'intérêt de ces recherches et les réactions de leurs auteurs par devant les conceptions admises. Leur méthode s'attache aux équations linéaires du cas de l'équilibre et opère d'après certains groupements de termes. — Que ces groupements recueillent une adhésion plus ou moins spontanée — que l'assimilation de certains éléments à des constantes puisse subsidiairement appeler une étude critique, pour préciser les marges à ne pas dépasser, il n'en reste pas moins que, dans une science encore naissante, nous voyons ici s'exercer un esprit novateur. Nous nous trouvons en face d'horizons, au delà desquels apparaît, prochaine, une moisson d'importants résultats.

Pierre ROCHER.

2° Sciences physiques et chimiques.

Bakhmeteff (B. A.). — **Mécanique de l'écoulement turbulent des fluides.** *Traduit par* A. JORISSEN. *Préface de* A. SCHLAG. — 1 *vol. de* XIX-114 *p. Dunod, édit., Paris,* 1941.

Ce livre reproduit les leçons professées à l'Université de Princeton en 1935 par M. Bakhmeteff dans lesquelles il exposait d'une façon particulièrement claire les résultats des travaux de l'école de Gottingen, notamment les théories de Prandl et de Von Karman sur l'écoulement des fluides à l'intérieur des conduites lisses ou rugueuses ainsi que la confirmation qui leur a été apportée par le résultat des expériences de Nikuradse. Ce volume est divisé en quatre chapitres, le premier rappelant les principes fondamentaux de l'écoulement des fluides tandis que les suivants exposent plus particulièrement les théories de Prandl et de Von Karman.

Le premier chapitre, introduction à l'hydraulique destiné plus particulièrement aux ingénieurs, rappelle les notions fondamentales de l'écoulement d'un fluide dans les conduites : perte de charge, mouvements laminaires et turbulents, nombres de Reynolds, frottement dans l'écoulement laminaire : lois de Newton et loi de Poiseuille, résistance de turbulence, influence des parois des conduites.

Le chapitre II expose la mécanique de l'écoulement turbulent proprement dit. Après avoir établi l'équation de Prandl donnant la valeur de la tension tangentielle de turbulence, on étudie d'une part l'influence de la turbulence et de la viscosité dans un fluide en mouvement ainsi que les caractères du film laminaire et de la couche limite de Prandl et d'autre part les résultats des expériences de Fritch à Aix-la-Chapelle sur la distribution des vitesses en fonction de la rugosité des parois.

Le chapitre III est consacré à la théorie de Von Karman sur la configuration de l'écoulement turbulent et la confirmation qui en a été donnée par les résultats des expériences de Nikuradse. La loi des vitesses déficitaires y est établie d'une façon particulièrement simple.

Le chapitre IV applique la théorie générale au cas particulier de l'écoulement en conduites. La connaissance de la loi générale des vitesses déficitaires sous la forme donnée par Prandl :

$$\frac{u_m - u}{u^*} = 5{,}75 \log \frac{r_0}{y}.$$

(u^m vitesse maximum, u vitesse locale, u^* vitesse de frottement de Prandl, r_0 rayon de la conduite,

y distance à la paroi) est appliquée à l'étude de la courbe des vitesses en conduites lisses ou rugueuses et à l'établissement des expressions du coefficient de perte de charge. Cette étude est comparée aux résultats des expériences de Nikuradse.

G. P.

Cristol (P.), *professeur de Chimie biologique et médicale à la Faculté de Médecine de Montpellier.* — **Précis de chimie biologique.** — *3e édition revue et corrigée. 1 vol. in-8° de 680 p. avec fig. Masson et Cie, édit., Paris*, 1942.

Voici la troisième édition, revue et corrigée, de ce remarquable précis où l'auteur a condensé son cours aux étudiants en médecine de deuxième année de la Faculté de Montpellier. Une des qualités de ce livre, qui en a fait et en fera le succès, c'est « qu'il garde des leçons de l'amphithéâtre les applications pratiques, et le plus souvent, le ton familier ». Aussi bien que l'étudiant, le lecteur cultivé qui s'intéresse à la biologie trouvera dans ce livre l'essentiel sur les *hydrocarbures*, les *glucides*, les *lipides*, les *protides* et sur leurs mécanismes normaux et physiopathologiques chez les êtres vivants.

J. M.

Destouches (J. L.). — **Corpuscules et systèmes de Corpuscules : T. I : Notions fondamentales.** — *1 vol. in-8° de 336 p. Gauthier-Villars, éditeur, Paris* (*Prix* : 160 *fr.*).

M. J.-L. Destouches s'est proposé d'exposer, sous une forme aussi logique et cohérente que possible, les postulats nécessaires à la construction d'une physique des corpuscules. Son ouvrage constitue un essai de physique théorique, édifiée d'un point de vue axiomatique, suivant la méthode idonéiste dont l'auteur avait analysé les principes dans sa thèse de philosophie où il avait insisté sur l'importance de ce qu'il appelle la « synthèse inductive ». Sa théorie, pour laquelle il est parti de principes très différents de ceux sur lesquels repose la physique classique, apparaît ainsi comme une construction entièrement nouvelle, dont les principes et les déductions se déroulent logiquement et qui produit sur l'esprit une impression d'harmonie esthétique.

Le premier chapitre, consacré aux principes de l'atomisme, aboutit à une définition logique du corpuscule. L'auteur part de la notion de système physique observable qui prend naissance dans les idées de découpage de la réalité indifférentiée et de permanence de ce découpage. A un système élémentaire (ou à une partie élémentaire) défini relativement à des procédés de morcellement, se trouve associé un ensemble d'un seul élément : c'est à un tel élément que l'auteur donne le nom de corpuscule relativement aux procédés de morcellement envisagés. Cependant, le caractère d'insécabilité d'un corpuscule ne saurait suffire à le définir de manière absolue, et il est nécessaire de mentionner les procédés de morcellement qui ont été envisagés.

Quoiqu'imparfaite, la définition ainsi adoptée apparaît comme fort utile, étant donné qu'en cet état du développement de la théorie, on ne peut en donner de meilleure. Pour aller plus loin, il est nécessaire de faire intervenir une autre notion fondamentale : celle de mesure. Le rôle essentiel que jouent les appareils de mesure et les limitations sur les mesures impriment aux théories atomiques une forme *sui generis* bien différente de celle des théories classiques. La détermination précise des familles de résultats possibles constituera la théorie de la quantification. La notion de mesure ainsi introduite, l'auteur est amené à l'utiliser pour préciser ce qu'il convient d'entendre par indiscernabilité des corpuscules de même espèce, notion intuitive dont il est possible d'élaborer une synthèse inductive et dont l'auteur fait l'un des postulats décisifs du nouvel atomisme.

Les chapitres II et III sont consacrés à l'établissement d'une théorie du temps et de l'espace qui soit en accord avec les conditions dérivées de l'atomisme et surtout avec celles imposées par les possibilités de mesures. Cette théorie s'appuie sur la notion de simultanéité et sur l'emploi d'appareils servant de repères. La continuité du temps physique apparaît comme arbitraire et comme le résultat d'un prolongement. Pour un système atomique, la notion de temps perdrait toute signification intrinsèque. Seul a un sens le temps d'un observateur indiqué par son horloge et celle-ci est macroscopique. La notion de signal conduit l'auteur à celle d'espace qui se déduit de mesures portant sur les dates d'émission et de réception de signaux. La théorie des signaux édifiée, chaque observateur peut construire un espace dans lequel il représentera les autres observateurs avec lesquels il échange des signaux et les systèmes physiques. L'espace une fois fixé dans ses grandes lignes, on peut compléter sa détermination en faisant appel à d'autres conditions : conditions cosmologiques ou conditions d'orientation. L'auteur aborde ensuite le problème de la représentation des espaces physiques. Il parvient à une définition descriptive des corpuscules qui ne fait pas intervenir les procédés de morcellement et atteint ainsi une deuxième étape dans la construction de l'atomisme : la représentation spatiale des systèmes physiques.

Le chapitre IV envisage la tâche essentielle de toute théorie physique : le calcul des prévisions concernant les résultats de mesures ultérieures. C'est le troisième principe de l'atomisme, posant l'indiscernabilité des corpuscules de même espèce, qui impose les conditions les plus fondamentales aux règles de prévision. L'indiscernabilité entraîne en effet l'indéterminisme des positions et soit l'indéterminisme des vitesses, soit l'impossibilité de la mesure simultanée des vitesses et des positions. Aussi toute prévision se présente-t-elle avec un certain caractère d'incertitude et la théorie des prévisions doit consister à déterminer les règles qui permettront de calculer des prévisions incertaines à partir de résultats de mesures. Pour faciliter cette détermination,

l'auteur est amené à introduire des éléments abstraits, les éléments initiaux et les éléments de prévision.

C'est à l'analyse de ces éléments de prévision qu'est consacré le chapitre V. L'auteur envisage un certain opérateur d'évolution U d'où peuvent être déduites les fonctions de probabilité par une loi indépendante du temps. Les fonctions de probabilité constituent un espace abstrait F. Mais un autre espace abstrait, l'espace Y qui est un espace quasi-distancié affine plus maniable que l'espace F, peut également être envisagé. A toute grandeur physique, se trouve associé un opérateur linéaire de l'espace Y et cette association apparaît comme rationnelle, alors que, sous la forme où sont présentées habituellement les théories quantiques, on ne comprend pas les raisons de cette association d'un opérateur à une grandeur.

Le changement de point de vue adopté par M. J.-L. Destouches, fondé sur l'appel à l'intuition et prenant pour point de départ l'indiscernabilité, est ainsi radicalement différent de celui des théories quantiques et de la mécanique ondulatoire. Il a l'avantage de permettre une meilleure compréhension des lois régissant les systèmes atomiques et de fournir un certain nombre de résultats nouveaux, dont l'auteur nous promet l'exposé dans un second volume qui sera accueilli avec la même faveur que celui-ci par tous ceux qui s'intéressent aux constructions théoriques de la Physique.

A. Boutaric.

Karrer (P.). — **Lehrbuch der organischen Chemie** (Traité de Chimie organique). — *1 vol.* XXIII-989 *p.*, 6e *édition. Thieme, édit., Leipzig*, 1939 *(Prix, broché :* 34 *RM, relié :* 36 *RM.)*.

L'apparition de cette nouvelle édition du traité de Paul Karrer, le savant chimiste suisse (Prix Nobel), un an et demi après la cinquième édition, montre à quel point cet excellent ouvrage est apprécié non seulement par les étudiants et les chimistes organiciens, mais par tous ceux qui veulent se tenir au courant des rapides progrès de la chimie organique.

Il faudrait pouvoir donner de cet ouvrage l'analyse qu'il mérite; cette simple notice bibliographique suffira pourtant, nous l'espérons, à attirer l'attention sur ce traité bien connu des étudiants et des chercheurs à l'étranger, et qui ne peut être lu sans grand profit ni consulté sans résultat.

E. Cattelain.

Rousseau (P.). — **Pour comprendre l'Astrophysique**. *Préface de l'Abbé* Moreux. — 1 *vol. in-16 de* 192 *p. avec* 58 *fig. dans le texte et hors texte. — Doin et Cie, édit. Paris*, 1941 *(Prix :* 30 *fr.)*

La riche collection des « *Pour Comprendre* », dont le créateur et l'animateur est le Chanoine Moreux, le savant directeur de l'Observatoire de Bourges, s'enrichit d'un livre, des plus faciles à lire, dû à la plume alerte d'un jeune et brillant astronome en même temps qu'excellent vulgarisateur.

En huit leçons, et en un nombre relativement restreint de pages, le lecteur est initié aux mystères de l'Astrophysique, science qui fait appel à la fois à la Chimie et aux branches les plus diverses de la Physique, et qui est l'une des plus belles conquêtes de la pensée moderne. Successivement sont exposées, avec beaucoup de clarté et dans un style toujours très vivant, les notions fondamentales sur l'éclat et la couleur des étoiles, la spectrographie solaire et stellaire, celle des nébuleuses galactiques et extragalactiques, les parallaxes spectroscopiques, la chaleur des astres, le rayonnement stellaire, l'équilibre radiatif et l'équilibre adiabatique, etc.

L'ouvrage de M. Pierre Rousseau est l'un des meilleurs parmi ceux constituant cette collection si utile et si bien documentée. Il intéressera tous ceux qui désirent connaître, sans connaissances mathématiques approfondies, à quel point de perfection est parvenue, depuis quarante ans, l'Astronomie physique.

E. Cattelain.

Simon (G.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon et* **Dognon** (A.), *Professeur à la Faculté de Médecine de Paris.* — **Précis de Physique**. 2e *édition revue et corrigée.* 1 *vol.* 13 × 19 *de* x-1163. *Masson et Cie, édit. Paris*, 1941 (*Prix, relié :* 140 *fr.*).

Avec celui du Professeur Boutaric, le Précis de Physique de MM. Simon et Dognon est celui que consultent le plus fréquemment les candidats au Certificat d'études physiques, chimiques et biologiques et les étudiants en Pharmacie.

Le plan général de l'ouvrage n'a pas été modifié :

La *première partie* est une *introduction mathématique*; elle renferme les notions de géométrie, de trigonométrie, de calcul différentiel et de calcul intégral indispensables en physique, ainsi que les éléments du calcul de probabilités qui a pris une si grande importance en physique et en biologie.

La *deuxième partie* traite de l'*énergie mécanique*. Les auteurs ont pris, comme point de départ, la définition dynamique de la force et développé les conséquences de la théorie newtonienne en cherchant à éviter tout cercle vicieux; l'hydrostatique est complétée par l'étude des phénomènes de capillarités et de tension superficielle; la dynamique des fluides est exposée dans quelques cas simples, de manière à introduire la notion de viscosité; les mouvements vibratoires et l'acoustique forment la matière du dernier chapitre de la mécanique.

La *troisième partie* concerne l'*énergie thermique* et donne les notions de thermodynamique indispensables à l'étude de l'énergétique chimique ou biologique.

Les *états de la matière* (théories et phénomènes moléculaires, états des corps, changement d'état, lois de Raoult, etc.) sont exposés dans la *quatrième partie*.

La *cinquième partie* a trait à l'*énergie électrique*. L'électricité statique n'étant plus au programme de l'enseignement secondaire est exposée en entier.

La *sixième partie* traite de l'*énergie de rayonnement* ou *optique*. Son étude, pour que le rapport entre l'optique dite physique et l'optique dite géométrique soit mieux établie, commence par l'exposé des phénomènes d'interférence.

La *dernière partie* est une étude de la *radioactivité*; il était naturel qu'elle termine l'ouvrage puisqu'elle nécessite la connaissance de toutes les autres branches de la physique.

Cette nouvelle édition a été augmentée d'un *Guide pour les Travaux pratiques* auquel renvoient les indications placées en note et qui contient, en outre, des énoncés d'exercices d'application numérique destinés aux étudiants du S. P. C. B.

L'ensemble de cet ouvrage contribuera, sans nul doute, à donner aux débutants le goût d'une science qui est éminemment éducative.

E. CATTELAIN.

3° Sciences naturelles.

Bourlière (F). — **Formulaire technique du Zoologiste préparateur et voyageur.** — 1 *vol. in*-16, 182 *p.* 71 *fig. Paris, Lechevalier, édit.*, 1941. *(Prix* : 30 *fr.)*

Nous avons signalé précédemment le « Guide Bibliographique du Naturaliste » de M. F. Bourlière. Le même auteur apporte un nouvel ouvrage qui rendra de bons services aux jeunes zoologistes d'une part, et plus encore aux voyageurs, collecteurs. Ceux-ci, tant en province qu'aux colonies ne sont pas forcément des spécialistes; dès lors, ils se trouvent aux prises avec toutes sortes de problèmes : Comment récolter le plankton, des insectes, des parasites? Comment les préparer et les conserver? Comment prend-t-on les mesures d'un oiseau ou d'un mammifère? Comment les mettre en peau? Le formulaire technique de M. Bourlière répond à ces questions en présentant les procédés modernes de récolte et de préparation des différents groupes zoologiques.

Un certain nombre de références bibliographiques permettent de rechercher des documents étrangers récents.

R. FURON.

Deflandre (G.). — **La Vie, créatrice de roches.** 1 *vol. in*-16 *de la collection* « Que sais-je? » 128 *p.*, 24 *fig.* Les Presses Universitaires, *éditeurs*, *Paris*, 1941 (*Prix* : 12 *fr.*).

Les infiniment petits sont si nombreux que l'accumulation régulière de leurs modestes squelettes finit par constituer des sédiments et qu'ils nous parviennent en bien meilleur état du fond des temps géologiques que bien des gros animaux.

Leur étude fut entreprise, il y a un siècle, par un micrographe allemand C. G. EHRENBERG (1795-1876), qui nous a laissé de beaux travaux, mais ne fit pas école.

En France, depuis quelques années, M. G. DEFLANDRE a repris l'étude de ces infiniments petits, en particulier de ceux qui sont enfermés dans les silex. Aujourd'hui, il nous apporte un excellent petit volume sur le rôle important de ces organismes dans la formation des roches sédimentaires, passant en revue les Radiolaires du jaspe, les Diatomées du tripoli, les Péridiniens et Hystrichosphères du silex, les Coccolithes de la craie, les Infusoires (Calpionelles) du calcaire, les Algues des charbons, le plankton du pétrole.

L'auteur montre la constance et l'importance des actions purement biologiques dans la constitution même des couches de l'écorce terrestre.

R. FURON.

Gallot (Suzanne). — **Les vitamines.** — Préface de Mme RANDOIN, *in*-16, 128 *p.* 34 *fig.* (Collection Que Sais-je ?) *Presses Universitaires de France. Paris*, 1941.

Les ouvrages de cette collection sont de petits livres de vulgarisation — et vulgariser la façon de se procurer des vitamines est œuvre utile en ce moment.

S. Gallot est une élève de Mme Randoin. Cela se sent et honore le Maître et la Disciple.

L'Auteur indique les grandes lignes de la découverte des différentes vitamines A, B, C, D, E, K dans un premier chapitre. Elle décrit rapidement ce que sont les vitamines, le principe de leur dosage; leur place dans l'alimentation au deuxième chapitre.

Puis, au chapitre III, la répartition vitaminique dans la Nature, les besoins humains en vitamines, la vitaminisation artificielle sont esquissés par S. Gallot qui conclue avec juste raison « l'emploi judicieux d'aliments naturels riches en vitamines est donc le plus sûr garant d'un bon état physiologique ». C'est un livre pour le grand public des adultes, ce devrait être un livre à l'usage des instituteurs et des professeurs des lycées et collèges qui trouveront en lui un outil de pédagogie.

Jean S. de GOLDFIEM.

Guyénot, (E.) *correspondant de l'Institut.* — **Les Sciences de la vie au** XVIIe **et au** XVIIIe **siècles. L'idée d'évolution.** — 1 *vol. in*-8° *de* 462 *p. A. Michel, édit*, *Paris*, 1942.

L'auteur nous donne ici le schéma d'un tournant capital de la route suivie par l'esprit humain. Il le dit lui-même, c'est la marche de l'esprit plutôt que la construction scientifique édifiée par lui, qui le préoccupe avant tout.

Comment au XVIIe et au XVIIIe siècles l'esprit des chercheurs, sollicité par l'étude des phénomènes de la vie, s'est dégagé peu à peu des superstitions, des routines, des idées reçues, des explications *a priori* pour prendre, par l'observation et l'expérimentation, contact avec les faits; comment, — et c'est l'idée directrice de ce livre —, la théorie si féconde de l'évolution s'est peu à peu construite et formulée, c'est ce que le lecteur curieux des cheminements de l'esprit et intéressé par l'histoire des sciences naturelles trouvera retracé magistralement dans ce livre.

A. R.

Papy (Louis). — **La côte Atlantique de la Loire à la Garonne.** — *Presses Universitaires, édit. Paris.*

Ce livre est si riche que nous ne pouvons l'analyser complètement. Je n'insiste que sur un fait capital de mon point de vue : sous la plume de Louis Papy la géographie se range parmi les sciences biologiques. Le mécanisme des transgressions explique les migrations des thons et des sardines mais il explique aussi indirectement l'évolution de la pêche sur la côte Atlantique. Les circonstances sociales, notamment les rapports commerciaux avec les peuples nordiques, imposés par les données de la géologie et de l'histoire naturelle, sont mises en relief par l'auteur. Le rythme de la vie quotidienne des hommes est ainsi rattaché aux rythmes des grands ensembles de la nature physique et de la psychologie des hommes. En somme cet ouvrage dépasse les étroites nomenclatures géographiques et les partiales systématisations de la géographie humaine et prépare les chercheurs à acquérir l'esprit biologique du meilleur aloi. Si chaque région naturelle de la France était ainsi décrite, la géographie de notre Patrie deviendrait vivante... et elle serait aussi captivante à lire, non seulement pour les étudiants mais pour tout homme cultivé.

René PORAK.

Portevin (G.). — **Ce qu'il faut savoir des abeilles. La pratique du rucher.** — *1 vol. in-16, 118 p., 41 fig., Paris, Lechevalier, éditeur,* 1941 (*Prix*, 16 *fr.*).

Ce petit volume, destiné à ceux qui s'intéressent aux abeilles, s'adresse aux débutants. Il leur apprend qu'il ne suffit pas, pour devenir apiculteur, d'acheter des ruches et des abeilles, puis de les abandonner à leur destin. Beaucoup de science et plus encore de pratique sont nécessaires pour obtenir un résultat favorable.

R. F.

Roger (G. H.). — **Physiologie de l'instinct et de l'intelligence.** — *1 vol., 324 p., 12 fig. Flammarion, édit. Paris,* 1941.

Un biologiste du XXe siècle, riche des connaissances que la physiologie comparée, l'histologie, l'embryologie, l'endocrinologie et la clinique accumulent depuis une centaine d'années, s'attaque au problème éternel de la pensée humaine. Sans prétendre à le résoudre, il apporte des faits sur lesquels il est possible de se fonder pour entreprendre des discussions fructueuses. Pour répondre aux énigmes de la pensée et de l'esprit, il ne suffit pas de penser ni d'observer son propre esprit comme firent les philosophes. Il faut, autant que possible, s'extérioriser du domaine que l'on étudie, et l'observer alors, d'un œil indépendant. Tel est ici le mérite du biologiste.

Peu importe l'erreur d'une hypothèse initiale, dit l'auteur en guise d'introduction, si cette hypothèse nous conduit à des investigations. En supposant que les manifestations de l'esprit trouvent le moyen de se révéler dans la dynamique cérébrale, le biologiste part à la recherche des facteurs qui gouvernent le fonctionnement du cerveau. Ce livre fait état de son butin actuel.

Après avoir montré qu'il est illégitime de réserver « l'âme » à l'homme seul, l'auteur étudie les instincts de l'animal et de l'homme, et conclut que, du mot instinct, il ne reste plus qu'une notion abstraite, parfois commode. L'on ne peut aujourd'hui opposer, comme fit Cuvier, instinct et intelligence (ch. II et III).

Le chapitre IV, réservé à l'étude des réflexes, démontre l'importance des réflexes conditionnels sur le comportement de l'animal et de l'homme.

Contrôlés par les phénomènes d'inhibition, influencés sans cesse par les sécrétions des glandes endocrines, ces réflexes constituent le fondement de la personnalité.

Si l'instinct et l'intelligence, si l'acquisition des réflexes conditionnels sont des facultés communes à l'animal et à l'homme, quelles sont donc les causes du développement intellectuel privilégié de ce dernier? L'auteur attribue une influence prépondérante au langage (ch. V). Il y a parallélisme constant entre la richesse du langage et la richesse de la pensée. Si, par exemple, on étudie l'aphasie, perte complète ou partielle des expressions symboliques de la pensée, on constate l'importance de ces expressions sur le comportement général de l'individu. — Le langage, écrit ou parlé, fonde la puissance du mot. Il donne naissance au langage intérieur, support de la pensée (l'homme parle ou voit sa pensée), puis au langage abstrait, condition nécessaire de l'abstraction. Celle-ci trouve toujours à son origine une impression sensitivo-sensorielle, et ceci explique pourquoi nous ne pouvons pas nous représenter les notions incompatibles avec nos perceptions : l'infini dans l'espace et dans le temps, Dieu, la mort.

Le Pr. Roger développe ensuite la conception suivante (ch. VI). « Dans son expression la plus simple, la pensée est un réflexe cérébral, et, dans son expression la plus complexe, un ensemble ou une succession de réflexes cérébraux associés... Le réflexe cérébral, comme le réflexe médullaire se compose de trois parties : un point de départ sensitif ou sensoriel; une élaboration et une transformation à l'intérieur des centres nerveux; un aboutissant moteur, le mot moteur étant pris dans son sens le plus général ». Il n'est pas possible de suivre en une brève analyse les étapes de ce développement qui embrasse jusqu'au travail psychique à point de départ interne, où la pensée semble détachée de toute origine matérielle, c'est-à-dire jusqu'aux manifestations les plus élevées de l'esprit humain.

Les chapitres VII et VIII constituent une étude anatomophysiologique des différentes parties du cerveau, de laquelle ressortent le rôle essentiel joué par les fibres d'association, relativement à celui des cellules, et la notion du dynamisme des manifestations psychiques, y compris la mémoire, dont la localisation « statique » est de moins en moins prise en considération.

Après avoir donné l'apport encore modeste de

l'électro-encéphalographie, l'auteur termine son ouvrage par un chapitre réservé à la conscience.

Le Pr. Roger a traité son sujet avec le respect et l'autorité d'un homme accoutumé à l'expérience. Ses conclusions ne dépassent pas de légitimes limites. Nous ignorons, dit-il comment, dans un système organique, des forces inconnues donnent naissance à la pensée, à la volition, au sentiment; mais on n'a jamais constaté ni sentiment, ni volition, ni pensée sans un fonctionnement organique, c'est-à-dire sans un travail matériel.

En fermant ce livre, j'ai songé à l'enthousiasme que sa lecture eût suscité chez un homme comme Stendhal, centré sur les problèmes de l'esprit humain et de ses passions; et quel retentissement eût provoqué en lui cet étrange faisceau de « faits » accumulés par un siècle de travail, interprétés selon la « lô-gique », et présentés en un style de description anatomique. Car depuis l'époque où le bon abbé Blanès interrogeait le ciel de Toscane, plus d'un homme éminent « a regardé avec patience les particularités réelles des choses, pour ensuite deviner leurs causes ».

Raymond LATARJET.

4° Art de l'Ingénieur.

La route ; *édition* 1940. — 1 *vol. in-4° de* 95 *p. Editions Science et Industrie, Paris,* 1940 (*Prix, broché :* 30 *fr.*).

La présente édition de cette publication annuelle contient diverses études, groupées sous les grandes rubriques suivantes : Les goudrons de guerre; les bitumes; les bétons routiers durant la guerre; les gravillons routiers.

Elle apporte quantité d'idées et de résultats intéressants pour la technique de la route.

Ph. TONGAS.

L'Hermite (R.) — **L'expérience et les théories nouvelles en résistance des matériaux.** — 1 *vol.* 13 × 21 *de* VIII-139 *p. avec* 30 *fig. Dunod, Paris,* 1942. (*Prix, broché :* 59 *fr.*).

Conformément au thème de la nouvelle collection dans laquelle il est publié et que les éditions Dunod consacrent à l'*Actualité technique*, ce petit ouvrage n'est pas un traité de résistance des matériaux, mais une synthèse, résumée et cependant substantielle, de cette science dans son état actuel.

L'auteur y montre comment la connaissance des matériaux s'est acquise par l'expérience, comment elle s'est codifiée par le calcul, quelles sont les incertitudes, les hypothèses et les tendances qui la caractérisent. Il souligne qu'après avoir longtemps reposé sur l'interprétation et l'extrapolation à outrance de quelques résultats pratiques, elle a fait de grands progrès, au cours de ces dernières années, en revenant peu à peu vers la physique d'où elle était partie.

Une bibliographie assez détaillée et accompagnée de quelques commentaires complète utilement cette intéressante étude.

Ph. TONGAS.

Macchia (O.). — **Le chromage électrolytique.** — *Traduit de l'italien par* D. BERKHOLZ *et adapté par* J. GLAYMANN. — 1 *vol.* XV-431 *p.* 16 × 25 *avec* 173 *fig. Dunod, édit., Paris,* 1940 (*Prix, broché :* 175 *fr., relié :* 199 *fr.*).

Les applications du chromage électrolytique à la décoration et à l'industrie mécanique ont pris, depuis plusieurs années, un développement considérable et les nombreuses installations réalisées particulièrement dans la région parisienne démontrent clairement l'importance prise par ce procédé.

L'édition italienne de l'ouvrage classique du Professeur MACCHIA, de l'Institut royal de Pinerolo, date de 1932; elle était trop ancienne pour être traduite telle quelle; elle a été revue entièrement et mise à jour dans les parties où elle risquait d'être incomplète, spécialement quant au contrôle des bains d'une part, et aux réalisations industrielles et applications d'autre part.

Les dangers des bains de chromage et les règles d'hygiène correspondantes sont étudiés avec détail. Il est encore fréquent de constater que, dans bon nombre d'ateliers, l'air reste vicié par l'odeur caractéristique et irritante de l'acide chromique due aux bains munis de système d'aspiration inefficace ou insuffisant et de voir des ouvriers dont les mains sont constamment souillées de solution chromique, alors que, si un atelier de chromage est doté des moyens de protection opportuns, il n'y a aucun danger pour la santé du travailleur.

Un chapitre important est celui du contrôle analytique des solutions. Si les bains de chromage ne subissent pas des modifications dans leur composition d'une façon aussi rapide que ceux de nickelage et de cuivrage, ils demandent néanmoins un contrôle soigné assez fréquent, car les limites du dépôt brillant dépendent beaucoup de la composition de la solution employée.

La bibliographie est considérable, probablement complète, et les figures nombreuses, sont très explicites et bien commentées. En résumé : ouvrage très remarquable, remplaçant avantageusement le traité classique de PFANHAUSER, écrit par un excellent théoricien et technicien dominant entièrement tous les aspects de son sujet.

E. CATTELAIN.

5° Divers.

Caullery (Maurice). — **Les étapes de la Biologie.** — 1 *vol. in-16 de la collection* « Que sais-je? » 126 *p.* 12 *fig.* Presses Universitaires. *Paris,* 1941 (*Prix :* 12 *fr.*).

Un excellent petit volume, montrant comment la Science biologique s'est constituée peu à peu, partant d'un fonds populaire empirique, progressant grâce à l'observation précise, à l'hypothèse et à la spéculation philosophique, puis à l'expérimentation.

Cette histoire de la Biologie est d'autant plus vivante que M. Caullery a tenu à ne pas séparer les découvertes de leurs auteurs et de leur époque, cela depuis l'Antiquité classique jusqu'aux problèmes actuels de l'Evolution et de la Génétique.

R. FURON.

Contenau (Dr G.). — **Le Déluge babylonien. Ishtar aux Enfers. La tour de Babel.** — 1 *vol. in-8° de la* « Bibliothèque historique », 295 *p.* 52 *fig. et* 8 *pl. Payot, éditeur, Paris* (*Prix* : 55 *fr.*).

Les souverains de la Mésopotamie se sont préoccupés de constituer des bibliothèques dès le milieu du troisième millénaire avant notre ère. Imprimés au stylet sur des tablettes d'argile fraîche (puis séchées au soleil ou cuites au four), les textes cunéiformes d'il y à 5.000 ans nous sont parvenus par milliers et en excellent état. C'est à ces textes que nous devons cette connaissance si complète de la civilisation mésopotamienne, qui est à l'origine des cultures occidentales.

Le Dr Contenau a déjà consacré bien des volumes aux divers aspects des civilisations d'Assur et de Babylone. Il y ajoute une nouvelle étude qui rend compte de la pensée religieuse, non par l'exposé de théories plus ou moins confuses, mais à la lumière des légendes où se retrouvent les idées des prêtres et les croyances du menu peuple.

Le Déluge babylonien est une réalité historique; il y en eut même deux, sinon trois, dont on a retrouvé les traces à Ur et à Kish, datant d'environ 3 et 4.000 ans avant notre ère. Le récit de ces inondations désastreuses nous est parvenu, (aggravé de l'idée d'une destruction de l'humanité par la volonté divine) sous trois formes : des documents akkadiens et sumériens (2.000 ans avant J.-C.) et le document biblique (1.200 environ av. J.-C.) provenant lui-même de deux traditions mêlées. Le Dr Contenau nous livre et nous commente brillamment ces textes.

Le deuxième texte est inspiré par la religion primitive. La déesse Ishtar (future Ashtart) s'identifie avec la planète Vénus. Déesse de la fécondité, en tant qu'étoile du matin, elle précède le soleil et semble l'avoir délivré du monde des ténèbres où il a passé la nuit. Ce mythe (et d'autres) s'efforce d'exprimer l'énigme de l'alternance des jours et des nuits, puis des saisons.

Le troisième texte, extrait de la *Genèse*, a trait à la Tour de Babel. La Tour de Babel est identifiée : c'est la tour à étages, la ziqqurat de Babylone, haute de 84 mètres, dédiée au dieu Bêl-Marduk, détruite par Sennachérib vers 700, restaurée par Nabuchodonosor, probablement détruite à nouveau par Xerxès, vers 479.

Ces trois textes ne sont pas seulement curieux, ils ont une portée générale, puisque nous y retrouvons des traditions qui nous sont familières.

R. FURON.

Cuénot (L.). — **Invention et finalité en biologie.** — 1 *vol. de la* Bibliothèque de Philosophie scientifique. *Flammarion, éditeur, Paris,* 1941 (*Prix : 27 fr.*).

« La maladie principale de l'homme est la curiosité inquiète des choses qu'il ne peut savoir » (PASCAL).

M. L. CUÉNOT le rappelle en épigraphe, au début d'un ouvrage d'une haute portée scientifique et philosophique.

M. L. CUÉNOT, après avoir acquis une Somme de connaissances basées sur des faits, par la lecture, par l'observation, par la recherche, sent le besoin d'une synthèse, d'une philosophie de la Biologie.

Une grave question se pose : le déterminisme physico-chimique suffit-il pour comprendre les phénomènes vitaux? ou bien est-il nécessaire de lui adjoindre une autre source d'énergie et d'interpréter ce qui suggère un dessein dans la Nature vivante? Les philosophes grecs de l'Antiquité en discutaient déjà. Aristote et Epicure représentaient les deux thèses opposées. La même question est toujours d'actualité.

L'auteur a écrit ce livre pour y exposer ce problème difficile, citant des faits positifs et contrôlables, attirant l'attention sur un caractère singulier de la Vie : la faculté d'invention.

Les principaux termes sont définis soigneusement (Nature, Vie, invention, mécanicisme, téléologie, vitalisme, hasard, finalité et finalisme), car il est essentiel de s'entendre sur le sens des mots abstraits et de se rendre compte de la façon dont l'auteur les comprend.

M. CUÉNOT fait ensuite l'exposé doctrinal et critique des deux théories en présence : le mécanicisme anti-métaphysique et le vitalisme (ou finalisme) tel qu'il est compris depuis Lamarck.

Au delà, l'éminent biologiste expose les problèmes qui l'ont toujours tourmenté, montrant la difficulté des explications uniquement mécanistes et la nécessité d'attribuer à la cellule germinale une propriété téléologique d'intention et d'invention. Il s'agit surtout des « coaptations » anatomo-physiologiques, c'est-à-dire de l'existence chez certains êtres de dispositifs particuliers permettant une fonction ou un comportement : le pelage et le plumage, les callosités, les Hyménoptères paralyseurs, l'adaptation des Pagures, les plantes carnivores, la variation de la pigmentation, la genèse et la constitution des yeux, les organes d'accrochage, les coaptations sexuelles, les boutons-pression de certains hémiptères, des crabes et des seiches, les pattes ravisseuses. Toutes ces réalisations ne peuvent être produites seulement par le hasard, même dirigé par la sélection naturelle, puisque la plupart d'entre elles n'ont pas d'importance vitale.

Il y a hasard lorsqu'un événement n'est déterminé que par la rencontre de causes sans but, ni intention. Il y a phénomène ordonné, ou non-hasard, en cas de prévisibilité, par exemple le mouvement des corps célestes, les réactions chimiques, etc. Enfin, il y a anti-hasard, ou finalité, lorsqu'il y a un but, une fin

répondant à une idée, le seul exemple certain étant celui d'un outil créé par l'homme.

L'étude approfondie de la Nature vivante conduit à trouver un très grand nombre de faits relevant du hasard et du non-hasard. D'autres faits suggèrent l'idée d'une finalité intentionnelle. M. CUÉNOT admet une sorte de dualité, qui lui permet dès lors d'évoquer la production graduelle du « vivant », dont on ne sait où il commence, à considérer la chaîne allant des grosses molécules protéiques aux bactéries en passant par les ultra-virus. La Vie aurait acquis un processus autonome, puis elle aurait utilisé son substratum matériel, physico-chimique, en aurait disposé selon un certain plan se manifestant par des inventions et des formes nouvelles. On arrive ainsi jusqu'à l'Homme, doué lui-même de puissance créatrice autonome, puisqu'il a pu réinventer tous les outils des animaux et des végétaux, conquérir le domaine de l'air et des eaux, puis encore « créer » la roue, la vis, la fermeture-éclair, trois choses n'existant pas dans la Nature.

L'auteur se défend d'avoir voulu trop regarder vers les lointains horizons que l'Homme a peuplés de mirages métaphysiques, mais il nous entraîne avec lui sur les confins où nos yeux ne voient plus, où notre esprit ne comprend pas encore.

R. FURON.

Julien (Ch. André). — **Histoire de l'Afrique.** — 1 *vol. in*-16 (Collection « Que sais-je ? »). *Les Presses universitaires de France. Paris*, 1941.

L'auteur de l'Histoire de l'Afrique n'est pas seulement un historien connu par d'importants travaux mais un spécialiste de la politique africaine dont il a eu personnellement à s'occuper, durant trois ans, en qualité de Chargé de mission pour les territoires d'Outre-Mer et de Secrétaire général du Haut-Comité méditerranéen et de l'Afrique du Nord, à la Présidence du Conseil. On trouvera dans ce petit livre, où l'Histoire de l'Afrique est exposée de façon continue, sans que rien d'essentiel ne soit omis, le résultat non seulement des recherches les plus récentes mais d'une pratique directe des questions africaines. L'auteur s'est refusé à sacrifier les périodes anciennes sans lesquelles le présent serait inintelligible : c'est pourquoi la pénétration européenne n'occupe que deux chapitres sur six. De même, il a réservé leur juste place aux problèmes économiques et sociaux à côté des problèmes politiques. Enfin, il s'est efforcé de mettre en valeur le rôle des peuples, qui sont la réalité vivante de l'Afrique. Au total un livre bref, mais clair et documenté qui permettra aux esprits curieux d'apprécier la place de l'Afrique dans l'histoire du monde et aux spécialistes de disposer d'un exposé d'ensemble proportionné et sûr.

L. R.

Rudaux (Lucien). — **La Terre et son histoire.** — 1 *vol. in*-16 *de la collection* « Que sais-je? » 127 *p.*, 27 *fig.* Presses Universitaires. *Paris*, 1941 (*Prix* 12 *fr.*).

Ce petit ouvrage n'est pas un abrégé de géologie comme son titre pourrait le laisser penser, mais un aide-mémoire de Physique du Globe et de Géographie physique, traitant sous un volume minimum, des dimensions et de la forme de la Terre, de l'atmosphère, de l'écorce terrestre, du magnétisme, de la sédimentation, de l'érosion, de l'âge et de l'avenir de la Terre.

R. F.

Wartburg (W. von). — **Les origines des peuples romans**. *Traduit de l'allemand par* C. CUÉNOT DE MAUPASSANT. — 1 *vol- in* 8° *de* 212 *p. avec* 5 *cartes*, 18 *croquis géographiques et une planche*. *Les Presses Universitaires de France, édit. Paris*, 1941.

En tête de cette remarquable synthèse qui s'adresse au grand public cultivé, l'auteur fait ressortir que le mot « roman » n'exprime ni un concept de race, ni un concept politique, mais l'aspect linguistique d'un processus de brassage d'éléments disparates réalisé par Rome.

La conquête romaine, la romanisation de l'empire, la ruine de la puissance romaine, les invasions barbares, telles sont les phases de l'évolution qui a abouti à la formation des langues portugaise, espagnole, catalane, provençale, française, rhéto-romane, sarde, italienne et roumaine.

Les amateurs d'histoire trouveront dans ce livre une foule d'aperçus très intéressants sur l'essor, l'apogée, la dissolution, envisagés du point de vue linguistique, d'une civilisation dont, non seulement les peuples romans, mais tous les peuples modernes sont les héritiers directs ou indirects.

M. C.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 10 novembre 1941.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **D. Dugué** : *Sur un nouveau type de courbe de fréquence.* — **M. Gevrey** : *Sur le problème de la dérivée oblique relatif aux équations linaires aux dérivées partielles ou integrodiférentielles du type elliptique canonique à deux variables.* — Mlle **J. Ferrand** : *Sur les conditions d'existence d'une dérivée angulaire dans la représentation conforme.* — **M. Sédille** : *Sur l'influence de l'allongement dans les écoulements plans limités par deux plans parallèles et sur la constitution des couches limites de ces plans.* — **E. Sevin** : *Les sauts quantiques des étoiles.* — **G. Biben** : *Compléments à notre note sur l'intégration des équations de M. de Donder.*

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **E. Huguenard** : *Sur le son*

d'axe des corps tournant à grande vitesse. Une nouvelle source sonore étalon : Ce son provient du défaut de centrage géométrique de la surface externe du rotor sur l'axe réel de rotation. — **D. Barbier** et **D. Chalonge** : *Influence de la température sur le spectre d'absorption de l'ozone (bandes de Huggins).* — **A. Berton** : *Absorption ultraviolette de nitrates métalliques simples et de quelques nitrates doubles à l'état solide.* — **R. Pajeau** : *Condensation du cyclohexène avec quelques dérivés benzéniques halogénés.*

3° Sciences naturelles. — **C. Francis-Bœuf** : *Sur la teneur en chlorures de quelques sédiments fluviomarins* : La teneur en chlorures des eaux d'imbibition est supérieure à celle des eaux de recouvrement. — **R. Buvat** : *Sur la dédifférenciation des cellules chlorophylliennes dans les boutures des feuilles de* Brimeura amethystina L. — **J. Bathelier** : *Sur le développement de Leucotermes (Reticulitermes)* lucifugus Rossi : Le développement des sexués normaux s'accomplit en cinq stades nymphaux successifs. — **R. Lecoq** : *Le rôle de la vitamine B_1 dans l'utilisation des différentes fractions organiques des aliments.* — **J. Roche** et Mlle **R. Martin-Poggi** : *Sur les rôles de la vitamine C et de la phosphatase dans la formation de la substance osseuse au niveau des cals de fracture* : Les cals de fracture sont le siège d'une accumulation d'acide ascorbique dans la période de leur évolution au cours de laquelle la matrice conjonctive se constitue. — **G. Blanc** et Mlle **M. Baltazard** : *Transmission du Bacille de Whitmore par le Moustique Aèdes (Stegomyia) Ægypti.*

Séance du 17 Novembre 1941.

1° Sciences mathématiques. — **R. Apéry** : *Sur les quintiques à cinq rebroussements.* — **J. Kravtchenko** : *Sur la continuité des dérivés du potentiel.* — **A. Oudart** : *Problème des sillages. Validité des solutions.* — **M. Sédille** : *Sur la similitude des turbomachines à fluides compressibles.*

2° Sciences physiques. — **R. Retel** : *Sur l'emploi de l'alcool éthylique dans les moteurs à injection directe avec allumage commandé.* — **H. Jolivet** et **A. Portevin** : *Sur le temps d'inhibition au début de la décomposition des austénites.* — **C. Dufraisse** et **M. Loury** : *L'ixone, quinone tétrabenzopyrénique.* — **J. Dufay** et **T. Mao-Lin** : *Le doublet interdit $4S-^2D$ de l'atome neutre d'azote dans le spectre de certaines aurores visibles à de basses latitudes* : Observation au cours de l'aurore du 18 septembre 1941 — **J. Gauzit** : *La présence de raies interdites dans les spectres du ciel nocturne et de l'aurore et la constitution de l'atmosphère supérieure* : L'azote et l'oxygène atomiques doivent être les constituants essentiels de l'atmosphère supérieure.

3° Sciences naturelles. — **P. Dangeard** : *Le rôle des différents constituants cellulaires dans la survie, en particulier du chondriome.* — **R. Souèges** : *Embryogénie des Fumariacées. La différenciation des régions fondamentales du corps chez le Fumaria officinalis L.* — **G. Viennot-Bourgin** et **A. Saccas.** — *Morphose cladosporioïde chez Fusicladium pirinum.* — Mme **N. Dobrolvolskaïa-Zavadskaïa, M. S. Veretennikoff** et Mme **M. Rodzévitich** : *La survie de Souris, de lignée et d'age différents après une seule irradiation totale par les rayons X* : Il n'y a pas proportionnalité entre la dose de rayons X et la durée de survie. Les animaux de sexe mâle sont beaucoup moins résistants que ceux de sexe femelle. — **A. Sosa** : *Sur la cinétique de l'oxydation de la vitamine C dans des solutions d'acide métaphosphorique. Application au dosage.* — Mlle **A. Vinet** et **P. Meunier** : *Sur le passage du tocophérol dans le sang et la possibilité d'un test direct d'avitaminose E.*

Séance du 24 Novembre 1941.

1° Sciences mathématiques. — **D. Dugué** : *Sur certaines composantes des lois de Cauchy.* — **R. Mérigoux** : *Tourbillons en tores dans l'écrasement des filets liquides contre un plan solide et procédé très sensible pour les déceler.*

2° Sciences physiques. — **J. Lecomte** et **J.-P. Mathieu** : *Les spectres Raman et infrarouges de quelques nitrates d'alcoyles. Structure et mode de vibration de ces composés.* — **R. Richard-Foy** : *Mesure des masses des mésotons par choc élastique. Détermination du domaine d'application de la méthode* : Construction d'un abaque en fonction des données expérimentales. — **M. Vacher** et Mlle **Y. Lortie** : *Sur la destruction photochimique de l'acide ascorbique.* — Mlles **M. Murgier** et **M. Cordier** : *Sur la formation des complexes des acides tartrique et métatungstique.* — **J. Loiseleur, R. Latarget** et Mlle **T. Caillot** : *Sur l'importance radiobiologique de l'activation de l'oxygène.* — **L. Moreau** : *Application de la méthode de dégazage par bombardement électronique au dosage des gaz dans les aciers nickel-chrome.* — **J. Barriol** : *Classification des fréquences de diffusion Raman d'après le système cristallin.*

3° Sciences naturelles. — **S. Winogradsky** et Mme **H. Winogradsky** : *Sur le nodule radiculaire des Légumineuses comme producteur d'ammoniac* : Il n'existe aucun rapport entre l'action de l'uréase et la libération d'ammoniaque réglée par un système thermorésistant capable d'exercer son activité dans un milieu privé d'eau liquide. — **A. G. Parrot** : *Sur la dichotomie anormale des organes foliacés.* — **A. Dauphiné** : *Sur la localisation de la lignine dans la membrane végétale.* — **M. Polonovski, M.-F. Jayle** et Mlle **G. Frandet** : *Potentiel d'oxydo-réduction du système méthémoglobine-hydroperoxyde d'éthyle.* — **L. Gallien** : *Développement hypertrophique de l'ébauche femelle du tractus génital de Rana temporaria sous l'action de l'œstradiol.* — **M. Rancourt** et **H. Guérin** : *Sur les propriétés antidoryphoriques des arséniates alcalinoterreux* : Les divers arséniates de calcium et les orthoarséniates tristrontique et tribarytique ont des toxicités comparables vis à vis du Doryphore et sont plus actifs que l'arséniate biplombique.

Séance du 1er Décembre 1941.

1° Sciences mathématiques. — **C. Ehresmann** : *Espaces fibrés associés.* — **L. Leprince-Ringuet** et **S. Gorodetzky** : *Mesure de la masse d'une particule par choc élastique, formule générale. Application à un cli-*

ché de choc permettant une vérification directe des formules de relativité restreinte. — **L. Escande** : *Etude des oscillations provoquées dans les chambres d'équilibre par les manœuvres de fermeture.* — **J. Gauzit** : *Les raies brillantes de la couronne solaire et l'effet Stark de l'hélium.* — **G. Biben** : *Sur une extension de la méthode des spectres à la mécanique ondulatoire relativiste de M. de Donder.* — **J. Mariani** : *Sur les relations qui existent entre le spin et les statistiques.* — **P. Vernotte** : *La formulation d'une loi expérimentale par une fraction rationnelle ou par une somme de fonctions orthogonales.*

2° Sciences physiques. — **H. Deslandres** : *Application à des molécules intéressantes de l'analyse nouvelle des spectres moléculaires. Etude des corps de la chimie biologique* : Analyse des fréquences infrarouge des molécules CO, CO^2, CH^2O, $C^2H^4O^2$, $C^3H^8O^2$, $C^{27}H^{46}O$. — **M. Tiffeneau** et **Y. Deux** : *Aptitudes migratrices des radicaux acétyléniques dans les réactions transpositrices. Etude du radical heptynyle dans la déshalogénation magnésienne des chlorhydrines* $C^5H^{11}C \equiv C(R)COOH—CH^2Cl$. — **M. Nicloux** : *Méthode générale de détermination de l'eau de cristallisation d'un sel au sein même de l'eau mère qui lui a donné naissance.* — **G. Wétroff** : *Sur les énergies de formation et de dépolymérisation du paranitrure de phosphore.* — **R. Dalmon** : *Effet de la température et de la dilution sur le spectre d'absorption de l'acide nitrique dans le proche infrarouge. Associations entre acide nitrique et composés oxygénés.* — **G. Varlan** : *Sur les vieillissements artificiels des brais de houille.* — **H. Jolivet** et **R. Chouteau** : *Sur la fragilité de revenu des aciers.* — **G. Chaudron** et **L. Moreau** : *Sur l'état et la diffusion de l'hydrogène dans le fer pur à la température ordinaire* : Différence entre les propriétés du métal lorsque l'hydrogène est fixé soit par chargement électrolytique, soit par décapage du métal. — **P. Bert** : *Sur une préparation nouvelle du triphényléthane 1.2.2.* — **R. Lombard** : *Contribution à l'étude de l'acide déhydroabiétique* $C^{20}H^{28}O^2$. — **L. Bert** : *Sur une nouvelle classe importantes de composés, les éthers phénoliques ω-chlorallylés.* — **J. Méring** et **A. Léviardi** : *Etude des sulfures de molybdène.*

3° Sciences naturelles. — **P. Lapadu-Hargues** : *Sur la structure de la côte libanaise au nord de Beyrouth.* — **G. Moulinier** : *Action des rayons cosmiques sur la conductibilité de l'hexane.* — **C. Stormer** : *Types remarquables d'aurores boréales observées dans la Norvège méridionale.* — **S. Sabetay**, **G. Igolen** et **L. Palfray** : *Le parfum des fleurs de tabac; considérations sur le rôle de l'eugénol dans la fleur* : L'eugénol ou l'isoeugénol se rencontre dans un très grand nombre de parfums des fleurs. — **J.-J. Legrand** : *Cas d'intersexualité chez l'Isopode terrestre* Arma dillidium vulgare *(Latreille).* — **F. Rullier** : *Persistance des canaux de Müller chez un mâle de Rana esculenta.* — **A. Lwoff**, Mlle **M. Morel** et **L. Digonnet** : *La nicotinamide dans le lait de la femme* : La teneur du lait de femme en vitamine P.P. augmente au cours des mois qui suivent l'accouchement. — **G. Blanc** et **M. Baltazard** : *Recherches expérimentales sur la peste. L'infection de la puce de l'homme, Pulex irritens L.*

Séance du 8 Décembre 1941.

1° Sciences mathématiques. — **E. Argence** : *Sur une dégénérescence des fonctions d'Appell.* — **A. Charrueau** : *Sur les équilibres limites des milieux continus.* — **O. Costa de Beauregard** : *Sur deux questions de relativité.* Variance du moment magnétique sous forme finie; sur la cinématique du solide en rotation. — **H. Fabre** : *Les figures des nébuleuses elliptiques et les figures des nébuleuses spirales sont-elles les phases successives de l'évolution normale des univers* : Le plus fort aplatissement observable chez les nébuleuses elliptiques est égal au plus faible aplatissement des nébuleuses spirales. Esquisse d'une théorie des spirales. — **P. Vernotte** : *Comment les coefficients du développement de Fourier peuvent conduire à la meilleure formulation d'une loi expérimentale.*

2° Sciences physiques. — **J. Basset** : *Recherches sur la densité du graphite et détermination du coefficient moyen de compressibilité entre 1 et 20000 kg/cm².* — Mlle **M. Quintin** : *Activité de l'ion cadmium dans les solutions d'acétate de cadmium.* — **J.-J. Trillat** : *La microradiographie par réflexion.* La méthode par réflexion a l'avantage de ne pas nécessiter la préparation des coupes. — Mlles **M. Cordier** et **M. Murgier** : *Sur la formation des complexes tungstotartriques.* — **R. Dubrissay** : *Altération du cuivre par les acides gras.* — **P. Pierron** : *Action du chlore sur les oxydes métalliques anhydres à la température ordinaire.* — **J. Vène** : *Influence de la formation d'anhydride ou de lactone sur le pouvoir rotatoire des diacides ou des acides-alcools dérivés du camphre droit.*

2° Sciences naturelles. — **P. Bellair** : *Sur la structure de la partie nord-ouest du massif du Pelvoux.* — **J. Langlois** : *Présence de tocophérol dans l'huile de Ricin. Titre de l'huile en cette vitamine.* — **G. Ramon**, Mlle **G. Amoureux** et **J. Pochon** : *Sur un nouveau milieu de culture pour l'obtention des toxines microbiennes; application à la production de la toxine diphtérique et de la toxine staphylococcique en vue de la préparation des anatoxines correspondantes.* — **G. Blanc** et **M. Baltazard** : *Recherches expérimentales sur la peste. L'infection du Pou de l'homme, Pediculus corporis de Geer.*

Le Gérant : Gaston Doin

Sté Gle d'Imp. et Edit., 1, rue de la Bertauche, Sens. — 3-42